



UN PARADOXE DISSIPÉ

Pourquoi le Canada est fort en recherche
et faible en innovation



Council of Canadian Academies
Conseil des académies canadiennes

Le savoir au service du public

CONSEIL DES ACADÉMIES CANADIENNES

180, rue Elgin, bureau 1401, Ottawa (Ontario), Canada K2P 2K3

Avis : Ce rapport a été produit à l'initiative du Conseil des académies canadiennes (CAC), sous l'autorité de son conseil des gouverneurs. Les membres du groupe consultatif qui a rédigé ce rapport ont été choisis par le CAC pour leurs compétences particulières et de manière à ce que la composition du comité soit équilibrée. Les membres du conseil des gouverneurs sont issus de la Société royale du Canada (SRC), de l'Académie canadienne du génie (ACG) et de l'Académie canadienne des sciences de la santé (ACSS), ainsi que du grand public.

Les opinions, constatations, conclusions et recommandations présentées dans cette publication sont celles de leurs auteurs et ne représentent pas nécessairement la position des organismes auxquels ils sont affiliés ou dont ils sont employés.

Catalogage avant publication de Bibliothèque et Archives Canada

Un paradoxe dissipé : pourquoi le Canada est fort en recherche et faible en innovation.

Publié aussi en anglais sous le titre: Paradox lost.
Comprend des références bibliographiques et un index.
Monographie électronique en format PDF.
Publié aussi en format imprimé.
ISBN 978-1-926558-72-1 (pdf)

1. Recherche industrielle--Canada. 2. Innovations--Canada.
I. Conseil des académies canadiennes, organisme de publication
T177.C2P37 2013b 607'.271 C2013-906401-X

Ce rapport peut être cité comme suit :
Conseil des académies canadiennes, 2013. *Un paradoxe dissipé : Pourquoi le Canada est fort en recherche et faible en innovation*. Ottawa, ON, Groupe consultatif, Conseil des académies canadiennes.

Avis de non-responsabilité : Au meilleur de notre connaissance, les données et les informations tirées d'Internet qui figurent dans le présent rapport étaient exactes à la date de publication du rapport. En raison de la nature dynamique d'Internet, des ressources gratuites et accessibles au public peuvent subséquemment faire l'objet de restrictions d'accès ou exiger des frais, et l'emplacement des éléments d'information peut changer lorsque les menus et les pages Web font l'objet de modifications.

© 2013 Conseil des académies canadiennes
Imprimé à Ottawa, Canada



Council of Canadian Academies
Conseil des académies canadiennes

LE CONSEIL DES ACADÉMIES CANADIENNES

Le savoir au service du public

Le Conseil des académies canadiennes (CAC) est un organisme indépendant à but non lucratif qui soutient des évaluations scientifiques indépendantes, effectuées par des experts, qui alimentent l'élaboration de politiques publiques au Canada. Dirigé par un conseil de 12 gouverneurs et conseillé par un comité consultatif scientifique de 16 membres, le CAC a pour champ d'action la « science » prise au sens large, qui englobe les sciences naturelles, les sciences sociales, les sciences de la santé, le génie et les sciences humaines.

Les évaluations du CAC sont effectuées par des comités pluridisciplinaires indépendants d'experts provenant du Canada et de l'étranger. Ces évaluations visent à connaître les problèmes nouveaux, les lacunes dans les connaissances, les points forts du Canada, de même que les tendances et les pratiques internationales dans les domaines étudiés. Ces études fournissent aux décideurs gouvernementaux, aux universitaires et aux parties prenantes l'information de grande qualité dont ils ont besoin pour élaborer des politiques publiques éclairées et innovatrices.

Toutes les évaluations du CAC sont soumises à un examen formel par des pairs. Elles sont publiées en français et en anglais et accessibles au public sans frais. Des fondations, des organismes non gouvernementaux, le secteur privé ou tout palier de gouvernement peuvent soumettre au CAC des questions susceptibles de faire l'objet d'une évaluation.

Le CAC bénéficie du soutien de ses trois académies membres fondatrices :

La Société royale du Canada (SRC) est le principal organisme national regroupant d'éminents scientifiques, chercheurs et gens de lettres au Canada. La SRC a pour objectif premier de promouvoir l'acquisition du savoir et la recherche en arts et en sciences. Elle est composée de près de 2000 membres, hommes et femmes, choisis par leurs pairs pour leurs réalisations exceptionnelles en sciences naturelles, en sciences humaines et en arts. La SRC s'attache à reconnaître l'excellence, à conseiller les gouvernements et les organisations, ainsi qu'à promouvoir la culture canadienne.

L'Académie canadienne du génie (ACG) est l'organisme national par l'entremise duquel les ingénieurs les plus chevronnés et expérimentés du Canada offrent au pays des conseils stratégiques sur des enjeux d'importance primordiale. Fondée en 1987, l'ACG est un organisme indépendant, autonome et à but non lucratif. Les membres de l'ACG sont nommés et élus par leurs pairs à titre de membres honoraires, en fonction de leurs réalisations exceptionnelles et de leurs longs états de service au sein de la profession d'ingénieur. Les membres de l'ACG s'engagent à faire en sorte que l'expertise en génie du Canada soit mise au service du plus grand bien de tous les Canadiens et Canadiennes.

L'Académie canadienne des sciences de la santé (ACSS) reconnaît les personnes qui ont à leur actif de grandes réalisations savantes dans le domaine des sciences de la santé au Canada. Fondée en 2004, l'ACSS compte environ 400 membres et nomme chaque année de nouveaux membres. L'organisation est administrée par un conseil de direction et un conseil d'administration. L'ACSS a pour principale fonction de fournir en temps voulu des évaluations éclairées et indépendantes sur des questions urgentes qui touchent la santé de la population canadienne. L'Académie surveille également les événements reliés à la santé mondiale afin d'améliorer l'état de préparation du Canada, et se fait le porte-parole du Canada sur la scène internationale, au sujet des sciences de la santé. L'ACSS offre une voix collective, multidisciplinaire et qui fait autorité, pour les communautés des sciences de la santé.

www.sciencepourlepublic.ca

@scienceadvice

MESSAGE DE LA PRÉSIDENTE

La science et la technologie (S-T), la recherche et le développement (R-D), de même que l'innovation, sont les moteurs de toutes les économies avancées. Pour savoir comment exploiter au mieux la capacité d'innovation du Canada, les décideurs d'aujourd'hui ont besoin de données exactes et fiables sur les occasions et les défis qui se présentent tant dans le secteur privé que dans le milieu universitaire.

Au cours des dernières années, le Conseil des académies canadiennes (CAC) a effectué un ensemble d'évaluations sur divers aspects de la performance du Canada en S-T, R-D et innovation. J'ai maintenant le plaisir de présenter le premier rapport de synthèse du CAC, élaboré à partir des idées et conclusions de sept évaluations : *L'état de la science et de la technologie au Canada* (2006 et 2012), *Innovation et stratégies d'entreprise : pourquoi le Canada n'est pas à la hauteur* (2009), *Catalyser l'économie numérique du Canada* (2010), *Éclairer les choix en matière de recherche : Indicateurs et décisions* (2012), *Incidences de l'innovation : mesure et évaluation* (2013) et *L'état de la R-D industrielle au Canada* (2013). En faisant la synthèse des conclusions de ces évaluations dans un document à la fois concis et complet, nous cherchons à donner un point de vue étendu et à jour, afin de mieux servir les décideurs qui doivent composer avec une économie mondiale façonnée par une rapide évolution technologique.

Je tiens à remercier Peter Nicholson, Bob Fessenden et Marcel Côté — membres du groupe consultatif constitué pour ce rapport de synthèse — de leurs efforts constants et de leur engagement inébranlable envers ce projet. Leur analyse et leur expertise permettent de produire des rapports comme celui-ci, afin d'éclairer des politiques qui bénéficieront au bout du compte à tous les Canadiens.

La présidente-directrice générale du CAC,



Elizabeth Dowdeswell, O.C.
President and CEO

TABLE DES MATIÈRES

6	Sommaire
9	Chapitre 1 – Le paradoxe de l’innovation au Canada
12	Chapitre 2 – La performance du Canada en recherche
20	Chapitre 3 – La performance du Canada en innovation dans les entreprises
31	Chapitre 4 – Un regard sur l’avenir
33	Références

MEMBRES DU GROUPE CONSULTATIF

Peter Nicholson, ancien président, Conseil des académies canadiennes (Ottawa, Ont.)

Bob Fessenden, membre, Institut d’économie publique de l’Université de l’Alberta (Edmonton, Alb.)

Marcel Côté, associé fondateur, SECOR inc. (Montréal, Qc)

PERSONNEL RESPONSABLE DU PROJET AU CONSEIL DES ACADÉMIES CANADIENNES

Eleanor Fast, directrice de programmes

Aled ab Iorwerth, associé de recherche

Kristen Cucan, coordonnatrice de programmes

AVEC LA PARTICIPATION DE :

Clare Walker, révision du texte anglais

Benoît Thouin, TETRACOMM inc., Traduction de l’anglais au français

Mary-Christine Thouin, TETRACOMM inc., relecture du texte français

Sommaire

Depuis 2006, le Conseil des académies canadiennes (CAC) a effectué sept évaluations, menées par des comités d'experts, pour analyser en profondeur la performance du Canada en matière de science et technologie (S-T) et d'innovation. Ce document présente la synthèse des principaux résultats de ces travaux, d'où émergent deux grandes conclusions :

- Dans l'ensemble, la recherche universitaire canadienne est forte et jouit d'une très bonne réputation dans le monde.
- Par contre, les entreprises canadiennes innovent peu par rapport à celles d'autres pays, et cela constitue la principale cause de la faible croissance de la productivité au Canada.

Ces conclusions constituent en quelque sorte un paradoxe. Pourquoi l'excellence en recherche du Canada ne se traduit-elle pas par davantage d'innovation dans les entreprises? Pour résoudre ce paradoxe, il faut reconnaître que : (1) en général, l'innovation ne fonctionne pas selon un modèle linéaire dans lequel la recherche universitaire alimente un pipeline en y injectant des idées qui, après un peu de recherche et développement (R-D), sont commercialisées par des entreprises; (2) la stratégie des entreprises canadiennes est fortement influencée par de nombreux facteurs en plus de ceux qui motivent l'innovation. Ces facteurs comprennent l'avantage comparatif du Canada dans une économie nord-américaine remarquablement intégrée, l'état de la concurrence intérieure, la rentabilité des modèles d'affaires actuels, de même que l'attitude particulière des entreprises canadiennes vis-à-vis du risque, qui résulte des conditions ci-dessus.

Il y a un second paradoxe. Comment l'économie canadienne peut-elle jouir constamment d'une relative prospérité, malgré sa faiblesse en matière d'innovation et d'une piètre croissance de sa productivité? La réponse est que les entreprises canadiennes ont innové autant qu'elles en ont eu besoin. Jusqu'au début des années 2000, leur compétitivité était soutenue par un grand réservoir de main-d'œuvre et un taux de change favorable, qui rendait moins urgente une croissance de la productivité. Depuis, l'explosion des prix des matières premières a maintenu dans l'ensemble le niveau de revenu du pays. Mais un pays comme le Canada, où les salaires sont élevés, ne peut conserver indéfiniment sa prospérité sans une saine croissance de sa productivité et son préalable obligatoire : un secteur des entreprises fortement innovateur.

LA PERFORMANCE DU CANADA EN RECHERCHE

Les évaluations de la recherche canadienne ont constamment confirmé sa bonne tenue dans la plupart des domaines. Cela constitue maintenant une opinion répandue, ce qui risque d'alimenter un sentiment de contentement auquel il faut résister. Le Canada doit maintenir son statut de chef de file mondial de la recherche, qu'il a acquis de haute lutte, parce que l'excellence en recherche est essentielle pour :

- sous-tendre l'émergence d'un personnel hautement qualifié, à la fine pointe du progrès, afin d'améliorer la capacité d'innovation des entreprises canadiennes;
- assurer aux Canadiens un « accès de l'intérieur » aux réservoirs de connaissances les plus modernes de la planète, car leur participation aux meilleurs réseaux internationaux dépend de la qualité de leurs contributions;
- rendre le Canada plus attrayant pour les investissements du secteur privé dans des activités centrées sur le savoir, qui exigent de manière absolue un accès immédiat à des compétences et installations de classe mondiale.

Les rapports de 2006 et de 2012 du CAC sur l'état de la recherche en S-T ont donné lieu à l'élaboration d'une méthodologie innovatrice d'évaluation des atouts du Canada par rapport à des normes internationales de rendement. Un examen selon plusieurs points de vue (données bibliométriques, enquêtes nationale et internationale) sur les trois principales dimensions de ces atouts (nombre de publications, qualité et impact des extraits, tendances en ce qui concerne la quantité et la qualité) a été effectué avec un niveau de détail sans précédent sur chaque domaine de recherche. Ces méthodes d'évaluation ont fourni le mélange de données quantitatives et de jugement qualitatif nécessaire pour tirer des conclusions bien nuancées.

L'état de la science et de la technologie au Canada, 2012 invite implicitement la communauté canadienne des chercheurs à débattre de ses constatations dans chacun des 20 domaines évalués, et plus précisément dans les 176 sous-domaines, et de suggérer comment les méthodes d'évaluation peuvent être améliorées. Les experts de chaque domaine ont une occasion unique de mieux saisir où ils se situent à l'échelle internationale et dans l'ensemble du milieu canadien de la recherche. Cette connaissance plus approfondie donnera au Canada les outils et la motivation voulus pour améliorer sa position parmi les chefs de file de la recherche mondiale.

LA PERFORMANCE DU CANADA EN INNOVATION DANS LES ENTREPRISES

Les évaluations du CAC à propos de l'innovation dans les entreprises montrent le besoin d'un changement fondamental de paradigme. Au lieu de compter sur une *offre de R-D* qui « pousse » la technologie vers les marchés, il faut une perspective *centrée sur les entreprises*, qui met l'accent sur : (1) les conditions qui déterminent la santé de l'écosystème de l'innovation, c.-à-d. le réseau de producteurs de savoir, de facilitateurs et de décideurs, dans lequel les entreprises innovatrices sont plongées; (2) les principaux facteurs qui influencent la décision d'une entreprise de mettre ou non l'innovation au cœur de sa stratégie d'affaires. En insistant sur les intrants de l'innovation comme la recherche universitaire et la R-D, on met la charrue avant les bœufs. Une entreprise doit d'abord décider qu'un engagement envers l'innovation et les investissements que cela suppose ont une raison d'être sur le plan des affaires.

La R-D dans les entreprises (ou R-D industrielle) constitue indéniablement un stade essentiel de nombreux types d'innovation, à coup sûr dans le secteur manufacturier et de plus en plus dans les services centrés sur le savoir. Il est donc important de comprendre pourquoi, au Canada, les dépenses en R-D des entreprises sont constamment faibles et pourquoi elles déclinent plus que jamais (en pourcentage du PIB) depuis 2001. *L'état de la R-D industrielle au Canada* (2013) montre que ce déclin est dû à la forte diminution de la part du secteur manufacturier dans l'économie canadienne depuis la fin du « boom technologique ».

L'écart traditionnel entre le Canada et les États-Unis en matière de R-D s'explique par la plus grande spécialisation du secteur manufacturier des États-Unis dans des industries de technologie de pointe à forte intensité de R-D. Ces conditions structurelles sont à la source de plusieurs des problèmes qui nuisent à la discussion d'une politique d'innovation au Canada, p. ex. la demande relativement faible de titulaires de diplômes d'études supérieures en science et en génie, et la difficulté particulière à établir des liens entre la recherche universitaire et les entreprises. Ce sont des problèmes liés à la *demande*, pour lesquels on continue de proposer les solutions qui relèvent de l'*offre*. Tant que les entreprises à forte intensité de R-D n'occuperont pas une place plus importante dans l'économie canadienne, le manque d'entreprises réceptrices continuera de faire échouer des politiques centrées sur l'offre de R-D.

La question fondamentale demeure de savoir pourquoi le secteur des entreprises du Canada n'a jamais été très porté à adopter des stratégies d'affaires centrées sur l'innovation. Il semble y avoir trois raisons principales à cela :

- **Le rôle du Canada dans une économie nord-américaine intégrée** — Depuis des générations, l'avantage comparatif du pays réside dans la fourniture de matières premières et de produits manufacturés à un coût concurrentiel, en amont de réseaux de valeur ajoutée hautement intégrés, largement dominés par des entreprises des États-Unis. Il a été tout simplement plus facile et moins coûteux d'acquérir des États-Unis l'innovation nécessaire.
- **La taille du marché intérieur** — Les petits marchés ont tendance à moins soutenir l'innovation que les marchés de grande taille, mais des exemples comme ceux de la Suisse et de la Suède prouvent qu'un petit marché intérieur n'empêche pas nécessairement l'innovation. La clé est que ces pays sont de vigoureux compétiteurs sur les marchés mondiaux — ce qu'ils *ont dû* être. Par contre, de nombreux exportateurs canadiens se sont contentés du marché voisin des États-Unis et se sont satisfaits d'un rôle de filiale ou de fournisseur en amont.
- **Le succès commercial des entreprises canadiennes** — Plus important encore, le secteur canadien des entreprises a prospéré dans le créneau qu'il a choisi. Peu portées à modifier une formule gagnante, de nombreuses entreprises se sont installées dans une situation d'« équilibre à faible niveau d'innovation » qui conditionne leurs habitudes et leurs ambitions. On ne doit pas s'attendre à ce que les entreprises canadiennes modifient leur comportement, à moins qu'il n'y ait d'abord un changement des conditions qui ont soutenu cet équilibre rentable à faible niveau d'innovation.

De fait, ces conditions *sont en train* de subir de profonds changements.

UN REGARD SUR L'AVENIR

Dans les années à venir, quatre grandes tendances sont susceptibles de façonner le milieu concurrentiel dans lequel évolueront les entreprises canadiennes, et aussi les défis que les gouvernements devront relever en matière de politiques :

- La baisse du taux de croissance aux États-Unis et dans d'autres pays développés, et la vague de vitalité concurrentielle des marchés émergents, ont pour effet de modifier les possibilités d'exportation (et la concurrence des importations) dans des domaines où le Canada a toujours joui d'un net avantage géographique et culturel.
- Suscitée par le développement, la demande mondiale de ressources naturelles, en particulier dans le domaine de l'énergie, entraîne des défis environnementaux de plus en plus grands et une volatilité des prix. Ces facteurs déstabilisants se traduiront dans le monde entier par des priorités de recherche visant le développement de ressources nouvelles ou de remplacement, et les entreprises canadiennes dans le domaine devront devenir des chefs de file en matière d'innovation.
- Les révolutions scientifiques et techniques dans les technologies de l'information et des communications, et dans des domaines comme la génomique et les

nanotechnologies, finiront par toucher tous les aspects de la vie économique et sociale. Pour demeurer concurrentielles, les entreprises canadiennes devront être à l'avant-garde des applications innovatrices de ces technologies. Elles ne le sont pas à l'heure actuelle.

- Le vieillissement de la population tendra à créer des pénuries de travailleurs qui gonfleront les coûts de main-d'œuvre. La croissance de la productivité et l'innovation nécessaire pour y parvenir en seront d'autant plus précieuses.

Ces grandes tendances changent les règles du jeu, et la plupart des entreprises canadiennes y sont mal préparées. Beaucoup d'entreprises qui se situent à la fine pointe de la concurrence mondiale sont déjà bien au courant des défis que l'on voit poindre à l'horizon. D'autres en ont vaguement connaissance, mais n'ont pas encore acquis la conviction nécessaire pour motiver un changement significatif de stratégie. Mais tout cela s'en vient — et rapidement.

Le défi fondamental du Canada est de transformer son économie fondée sur les ressources naturelles en une économie offrant sur des marchés beaucoup plus nombreux une variété accrue de biens et services. Ce nouveau contexte oblige les entreprises à innover en matière de produits et de commercialisation pour demeurer concurrentielles. Et si davantage d'entreprises canadiennes, par pure nécessité, élaborent des stratégies centrées sur l'innovation, elles créeront une « pression de demande » beaucoup plus forte sur les grandes capacités du Canada en S-T.

Les travaux du CAC résumés dans ce document indiquent que le cadre conceptuel régissant les politiques d'innovation doit passer d'un système reposant sur l'offre de R-D à une nouvelle perspective de demande centrée sur les entreprises, l'écosystème de l'innovation et les facteurs qui déterminent le choix d'une stratégie d'affaires.

En résumé :

- les décideurs et les observateurs doivent reconnaître que le problème de l'innovation au Canada est aussi ancien que le pays lui-même;
- si les entreprises canadiennes ne sont pas devenues plus innovatrices, c'est parce qu'elles n'en ont pas eu besoin pour être prospères;
- les entreprises doivent maintenant adopter des stratégies centrées sur l'innovation pour pouvoir demeurer concurrentielles et survivre;
- cela crée des conditions favorables pour que des politiques publiques de soutien à l'innovation dans les entreprises soient plus efficaces que dans le passé, parce que les objectifs de ces politiques correspondront enfin aux motivations des entreprises.

Le paradoxe de l'innovation au Canada

En septembre 2006, le Conseil des académies canadiennes (CAC) a publié son premier rapport d'un comité d'experts, intitulé *L'état de la science et de la technologie au Canada*. Ce rapport a fourni les données probantes permettant de déterminer les domaines prioritaires de la nouvelle stratégie du gouvernement fédéral en matière de science et technologie¹.

Depuis lors, le CAC a réalisé six autres évaluations, menées par des comités pluridisciplinaires d'experts qui ont analysé en profondeur et de plusieurs points de vue la performance du Canada en matière de science et technologie (S-T) et d'innovation (voir l'encadré 1.1). Ce document présente la synthèse des principaux résultats de ces travaux.

Encadré 1.1 Évaluations du CAC sur la science, la technologie et l'innovation

1. ***L'état de la science et de la technologie au Canada*** (2006) fournit une analyse extraordinairement détaillée des atouts et des faiblesses du Canada, par rapport à des repères mondiaux, dans près de 200 domaines de recherche et de technologie, et en ce qui concerne les infrastructures connexes. Les conclusions sur les principaux points forts du Canada ont été incluses dans la stratégie actuelle du gouvernement fédéral en matière de S-T, à titre de domaines à soutenir en priorité.
2. ***Innovation et stratégies d'entreprise : pourquoi le Canada n'est pas à la hauteur*** (2009) analyse en profondeur l'innovation dans les entreprises et sa relation avec la croissance de la productivité au Canada depuis plusieurs décennies. Ce rapport analyse les principaux facteurs qui déterminent si une entreprise canadienne donnée adopte ou non une stratégie d'affaires centrée sur l'innovation.
3. ***Catalyser l'économie numérique du Canada*** (2010) porte sur la faiblesse déconcertante des investissements des entreprises canadiennes dans les technologies de l'information et des communications (TIC — matériel, logiciels et systèmes), et la relie à une innovation inférieure à la moyenne dans les entreprises. Ce rapport énumère les obstacles qui découragent les petites et moyennes entreprises à investir dans les TIC. La solution proposée a fortement influencé la création par le gouvernement en 2011 du Programme pilote d'adoption de la technologie numérique, doté de 80 millions de dollars.
4. ***Éclairer les choix en matière de recherche : Indicateurs et décisions*** (2012) évalue les meilleures méthodes mondiales d'utilisation d'indicateurs quantitatifs et du jugement d'experts pour éclairer la répartition des fonds de recherche gouvernementaux entre divers domaines des sciences naturelles et du génie.
5. ***L'état de la science et de la technologie au Canada, 2012*** (2012) constitue une mise à jour et une extension significative du rapport de 2006. Cette évaluation a fait appel à une analyse bibliométrique avancée et à une enquête exclusive menée auprès de plus de 5000 chercheurs parmi les plus cités au monde, pour évaluer la performance du Canada en recherche dans 20 domaines et 176 sous-domaines des sciences naturelles, du génie, des sciences humaines et des arts. Le rapport comprend des données sur la répartition par province des points forts en recherche, ainsi qu'une évaluation « technométrique » des brevets canadiens.
6. ***Incidences de l'innovation : mesure et évaluation*** (2013) expose l'état actuel des connaissances et des pratiques en matière d'évaluation et de mesure des effets des investissements gouvernementaux visant à favoriser l'innovation dans les entreprises. Ce rapport présente un cadre conceptuel, centré sur les entreprises, selon lequel l'innovation se fait à l'intérieur d'un écosystème comportant de multiples facteurs. Par conséquent, une évaluation de toutes les répercussions d'un investissement doit tenir compte de ses effets sur les parties pertinentes de l'écosystème de l'innovation.
7. ***L'état de la R-D industrielle au Canada*** (2013) décrit l'ampleur et la répartition, entre industries et entre provinces, de la R-D dans les entreprises, et analyse de manière quantitative l'écart entre le Canada et les États-Unis pour ce qui est de l'intensité de R-D. (Ce rapport complète *L'état de la science et de la technologie au Canada, 2012*.) L'aérospatiale, les TIC, l'extraction de pétrole et de gaz, ainsi que la fabrication de produits pharmaceutiques et de médicaments, sont citées comme les industries canadiennes ayant une forte intensité de R-D par rapport à la moyenne mondiale.

¹ Les domaines prioritaires mentionnés dans le document *Réaliser le potentiel des sciences et de la technologie au profit du Canada* (2007) étaient les ressources naturelles et énergie, les technologies de l'information et des communications, les sciences et technologies de la santé et sciences de la vie connexes, ainsi que les sciences et technologies de l'environnement.

Encadré 1.2 Définition de la S-T et de l'innovation

Science et technologie (S-T) — Dans les rapports du CAC, la S-T englobe les disciplines des sciences naturelles, des sciences de la santé, des sciences humaines, des arts et du génie, ainsi que les innombrables liens entre la science et ses applications technologiques. Le premier rapport du CAC intitulé *L'état de la science et de la technologie au Canada* (2006) portait à la fois sur les disciplines de recherche et les secteurs technologiques, alors que celui de 2012 a mis l'accent sur la recherche effectuée par les établissements d'enseignement postsecondaire, les gouvernements et les organismes sans but lucratif, de même que sur une analyse des données relatives aux brevets. La R-D dans les entreprises constitue l'objet principal du rapport intitulé *L'état de la R-D industrielle au Canada* (2013).

Innovation — Dans le *Manuel d'Oslo* de l'OCDE, l'innovation est définie comme « [...] la mise en œuvre d'un produit (bien ou service) ou d'un procédé nouveau ou sensiblement amélioré, d'une nouvelle méthode de commercialisation ou d'une nouvelle méthode organisationnelle dans les pratiques de l'entreprise, l'organisation du lieu de travail ou les relations extérieures » (OCDE et Eurostat, 2005). Plus intuitivement, l'innovation consiste simplement en « des façons nouvelles ou meilleures de faire des choses ayant une valeur quelconque ». Cette dernière définition rend compte de l'étendue de la notion d'innovation. L'innovation est bien plus qu'une idée ou une invention. Ces précurseurs indispensables ne constituent une innovation que lorsqu'ils sont appliqués d'une manière significative dans un contexte qui leur donne une valeur économique ou socio-culturelle.

Il en ressort deux grandes conclusions, bien étayées par des données probantes :

- Dans l'ensemble, la recherche universitaire canadienne est forte et jouit d'une bonne réputation internationale.
- Par contre, les entreprises canadiennes innovent peu par rapport à celles d'autres pays, et cela constitue la principale cause de la faible croissance de la productivité au Canada.

Ces conclusions sont maintenant largement admises, grâce en partie aux travaux du CAC. Il y a toutefois des points de vue divergents concernant, d'une part, les raisons pour lesquelles l'innovation dans les entreprises canadiennes est dans l'ensemble inférieure à la moyenne et, d'autre part, ce qui peut être fait à ce sujet.

Les deux grandes conclusions énoncées plus haut constituent en quelque sorte un paradoxe. Pourquoi l'excellence en recherche du Canada ne se traduit-elle pas par davantage d'innovation dans les entreprises? Ce casse-tête, thème récurrent de l'analyse politique canadienne, a été décrit il y a plus de 40 ans dans le fameux rapport Lamontagne : « Depuis 1916 [...] l'objectif principal de la politique scientifique canadienne est de promouvoir l'innovation technologique par l'industrie. [...] Presque chaque décennie depuis les années 1920, les gouvernements successifs ont tenté d'atteindre cet objectif, mais dans l'ensemble ils ont tous échoué. » [traduction] (Comité spécial du Sénat sur la politique scientifique, 1970).

Le paradoxe vient d'une opinion implicite selon laquelle le processus d'innovation fonctionne selon un modèle « linéaire » dans lequel une recherche de grande qualité alimente un pipeline en y injectant de brillantes idées qui, après un peu de recherche et développement (R-D), sont commercialisées par des entreprises. Ce modèle donne une image simpliste et trompeuse de l'innovation dans les

entreprises, mais il a conduit à des politiques publiques, au Canada et ailleurs, mettant l'accent sur des activités de recherche « poussant » la technologie, la R-D dans les entreprises (ou R-D industrielle) étant le principal indicateur de l'innovation dans les entreprises. Une conséquence de cet état de choses est que la recherche universitaire a été relativement bien financée, en particulier au cours des 15 dernières années, avec pour résultat que la recherche canadienne est maintenant considérée comme étant de classe mondiale dans la plupart des domaines.

Cependant, des rapports du CAC ainsi que d'autres études ont montré que, même si un savoir scientifique fondé sur la recherche est nécessaire pour certains types d'innovation, il est loin d'être suffisant pour une économie innovatrice. En effet, des entreprises qui ne font que peu ou pas de R-D comptent pour environ 80 % de la plupart des économies modernes. Mais bon nombre de ces entreprises innovent tout de même en matière de modèles d'affaires, de procédés, de commercialisation ou d'organisation. Et même dans les entreprises qui font de la R-D, il y a rarement un lien direct et linéaire entre une découverte universitaire et un produit commercial.

Deux liens indirects entre la recherche et l'innovation ont une importance cruciale : la formation de personnes qualifiées et l'émergence de grappes de compétences autour de certaines universités. Mais les objectifs, les méthodes et les modes de gratification de la recherche et de l'innovation sont très différents. Kevin Lynch a bien exprimé la nature de cette différence : « La recherche est un processus qui transforme de l'argent en savoir, et l'innovation est le processus qui transforme le savoir en argent » [traduction] (Lynch, 2012). Même dans cette formule lapidaire, on trouve un écho du modèle linéaire et le risque d'imaginer un lien trop étroit entre recherche, invention et innovation.

Le paradoxe selon lequel l'excellence en recherche du Canada ne s'est pas traduite par une performance comparable d'innovation dans les entreprises se résout si l'on reconnaît que : (1) en général, l'innovation ne fonctionne pas selon un modèle linéaire; (2) la stratégie des entreprises canadiennes est fortement influencée par de nombreux facteurs en plus de ceux qui motivent l'innovation. Ces facteurs comprennent l'avantage comparatif du Canada dans une économie nord-américaine remarquablement intégrée, l'état de la concurrence intérieure, la rentabilité des modèles d'affaires actuels, de même que l'attitude particulière des entreprises canadiennes vis-à-vis du risque, qui résulte des conditions ci-dessus.

Il y a un second paradoxe. Comment l'économie canadienne continue-t-elle de se porter remarquablement bien par rapport à celle d'autres pays avancés, malgré une croissance de la productivité parmi les plus basses de l'OCDE et une performance en innovation à l'avenant? La réponse est que les entreprises canadiennes ont innové autant qu'elles en ont eu besoin. Jusqu'au début des années 2000, leur compétitivité était soutenue par un grand réservoir de main-d'œuvre et un taux de change favorable, qui rendait moins urgente une croissance de la productivité. Plus récemment la demande de la Chine et d'autres pays émergents a entraîné une explosion des prix des matières premières, gonflant le revenu moyen au Canada et annulant au bout du compte les répercussions de la faiblesse de son secteur manufacturier.

Cet état de choses ne peut durer que si les prix et les volumes d'exportation des matières premières demeurent fermes, et que les tensions résultant d'un déséquilibre économique croissant entre les régions sont tolérables. Ni l'une ni l'autre de ces conditions n'est garantie. Quoi qu'il en soit, un pays comme le Canada, où les salaires sont élevés, ne peut conserver indéfiniment sa prospérité sans une saine croissance de sa productivité et son préalable obligatoire : un secteur des entreprises fortement innovateur.

Étant donné ces observations préliminaires, voici les principaux objectifs de ce document :

- stimuler les débats et les recherches sur les outils de mesure employés pour évaluer la performance du Canada en matière de S-T et d'innovation, afin d'en améliorer la pertinence et l'exactitude, sans oublier l'adage selon lequel « ce qui est mesuré est ce qui est réalisé »;
- mieux faire comprendre la nature et les causes de la performance inférieure à la moyenne du Canada en matière d'innovation dans les entreprises, en vue d'éclairer des politiques publiques efficaces.

La suite du document est structurée comme suit :

- Le chapitre 2 résume les données qui démontrent la bonne performance générale du Canada en recherche, en soulignant les méthodes mises au point par le CAC pour évaluer cette performance de manière détaillée.

L'évaluation des atouts et des faiblesses selon plusieurs points de vue à l'échelle de chaque discipline est une innovation en soi et constitue la principale valeur ajoutée des travaux du CAC dans ce domaine.

- Le chapitre 3 résume les données qui mesurent la faiblesse relative de l'innovation dans les entreprises au Canada et expose les facteurs responsables de l'écart entre le Canada et les États-Unis en matière de R-D. La principale valeur ajoutée des travaux du CAC sur l'innovation est la démonstration du besoin d'un changement fondamental de perspective : moins se préoccuper des *intrants* de l'innovation, comme la R-D, mais plutôt insister sur les *extrants* de l'innovation et sur les facteurs qui incitent les entreprises à adopter des stratégies d'affaires centrées sur l'innovation.
- En conclusion, le chapitre 4 énonce certaines conséquences générales et questions de politique publique qui découlent des données probantes présentées aux chapitres précédents.

Ce document fait appel à des figures et à des données des rapports originaux du CAC, mises à jour selon la disponibilité d'une information plus récente.

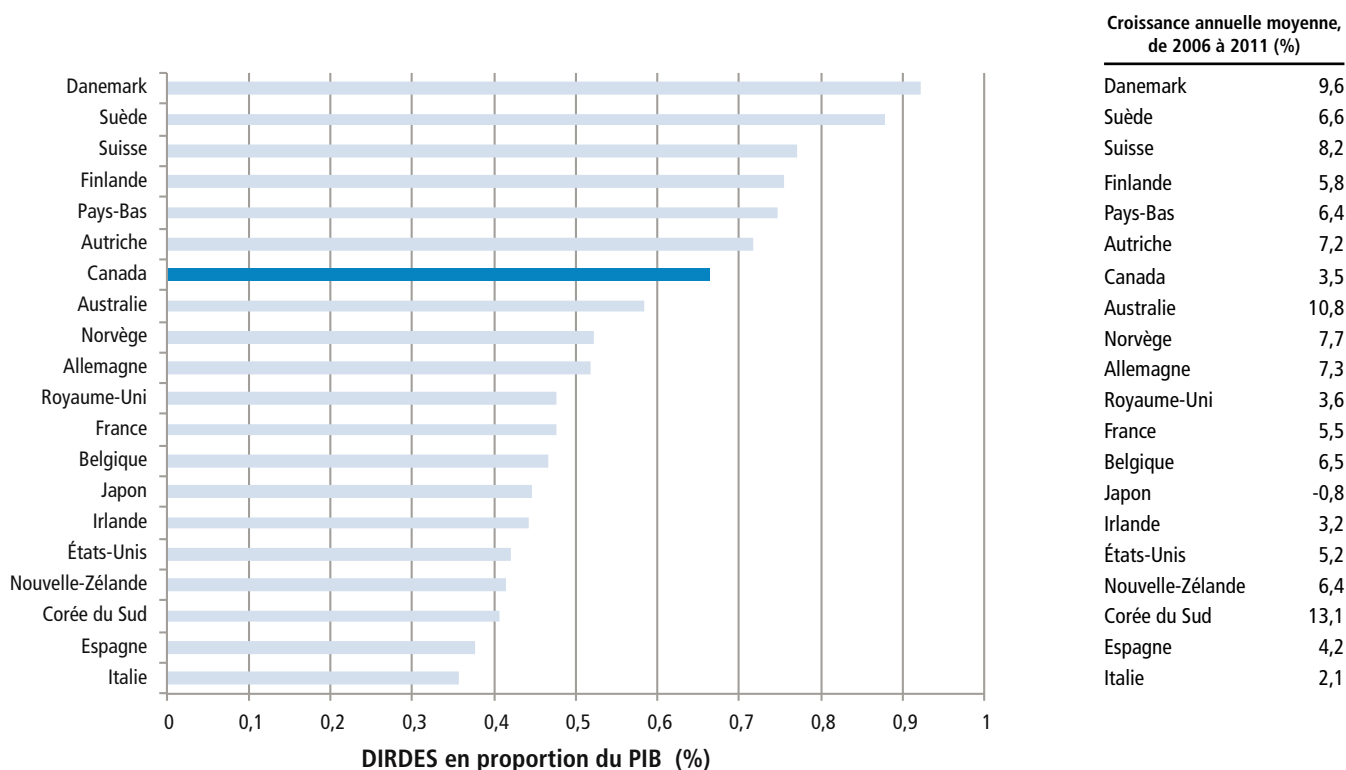
La performance du Canada en recherche universitaire

À la demande d'Industrie Canada, le CAC a effectué en 2006, puis de nouveau en 2012, des évaluations détaillées de l'état de la S-T au Canada, inaugurant ainsi une série d'évaluations périodiques de la performance du pays en la matière². Ces études constituent les évaluations les plus exhaustives jamais effectuées des forces (et des faiblesses) de la recherche canadienne dans un contexte international. La principale conclusion des deux rapports est que, dans l'ensemble, la recherche canadienne est en santé et concurrentielle, et qu'elle jouit d'une très bonne réputation dans le monde.

Les objectifs de ce chapitre sont les suivants : (1) décrire les méthodes adoptées par les comités d'experts du CAC pour mesurer les performances en recherche; (2) à partir principalement du rapport de 2012, illustrer ces méthodes par un résumé général des conclusions portant sur les atouts du Canada en S-T; (3) amener la communauté de la recherche à débattre de ces conclusions en vue de perfectionner les méthodes de mesure et afin de mieux comprendre comment on pourrait continuellement améliorer la performance du Canada en recherche.

Figure 2.1

Dépenses intra-muros en R-D dans le secteur de l'enseignement supérieur (DIRDES), en 2011



Le Canada se classe régulièrement parmi les pays qui effectuent le plus de dépenses en R-D dans les institutions d'enseignement supérieur. Cependant, l'intensité des DIRDES au Canada (DIRDES en proportion du PIB) est restée pratiquement inchangée depuis 2006. Les taux moyens de croissance annuelle sont calculés en devises nationales, pour la période 2006-2011 ou l'année la plus récente pour laquelle des données sont disponibles.

Source des données : OCDE (2013) et calculs du groupe consultatif

2 Ces évaluations complètent les rapports intitulés *L'État des lieux*, produits tous les deux ans (depuis 2008) par le Conseil des sciences, de la technologie et de l'innovation, organisme consultatif auprès du gouvernement du Canada.

LES INVESTISSEMENTS DU CANADA EN RECHERCHE

Même si l'ampleur du soutien financier d'une nation envers la recherche est en fait un indicateur de ses priorités plutôt qu'une mesure de ses points forts, une recherche de classe mondiale exige des investissements substantiels et soutenus. En pourcentage du PIB, les dépenses en R-D dans le secteur canadien de l'enseignement supérieur (DIRDES) se situent régulièrement dans le peloton de tête à l'échelle mondiale (voir la figure 2.1). En 2011, les DIRDES du Canada se sont élevées à 11,4 milliards de dollars, en hausse de 18 % par rapport aux 9,6 milliards de dollars dépensés 5 ans plus tôt. Pendant ce temps, les dépenses annuelles totales en R-D sont restées à peu près constantes à 30 milliards de dollars de 2006 à 2011, alors que les dépenses en R-D dans les entreprises (DIRDE) ont en fait diminué de 7 %, pour se situer à 15,3 milliards de dollars en 2011.

Au Canada, les dépenses en R-D sont caractérisées par une concentration inhabituelle dans le secteur de l'enseignement supérieur. Les DIRDES comptaient pour 37 % des dépenses totales en 2009, contre 18 % en moyenne pour l'ensemble de l'OCDE et 14 % aux États-Unis. Cela témoigne de la priorité qu'accordent les bailleurs de fonds canadiens à la recherche universitaire, ainsi que de la faiblesse chronique de la R-D effectuée par les entreprises canadiennes (voir le chapitre 3).

MESURE DE LA PERFORMANCE EN RECHERCHE

Les deux rapports sur l'état de la S-T au Canada (publiés en 2006 et en 2012) donnent une évaluation des points forts au regard de normes internationales de performance, selon trois dimensions principales : (1) la *quantité* de production de recherche; (2) la *qualité et l'impact* de cette production; (3) les *tendances* en matière de quantité et de qualité. Ces dimensions ont été évaluées sous trois aspects : l'aspect bibliométrique (données sur la quantité et l'impact de la recherche publiée), de même que des enquêtes menées auprès d'experts du Canada et de l'étranger. Cela a fourni le mélange de données quantitatives et de jugement qualitatif nécessaire pour tirer des conclusions bien nuancées. De fait, les méthodes d'évaluation employées étaient en accord avec les conclusions relatives aux pratiques exemplaires contenues dans le rapport de 2012 du CAC intitulé *Éclairer les choix en matière de recherche : Indicateurs et décisions* (résumé dans l'encadré 2.1).

Le rapport de 2006, le premier du genre, contenait une évaluation des points forts du Canada dans près de 200 domaines de recherche et de technologie. Il a fait ressortir quatre grands domaines constituant les principaux atouts du Canada : les ressources naturelles, les technologies de l'information et des communications (TIC), les sciences de la santé et de la vie, ainsi que les S-T de l'environnement. Suite aux conclusions du CAC, ces domaines ont été par

Encadré 2.1 Indicateurs quantitatifs et jugement d'experts dans une évaluation de la science

Selon le rapport du CAC intitulé *Éclairer les choix en matière de recherche : Indicateurs et décisions* et publié en 2012, de nombreux indicateurs scientifiques et approches en matière d'évaluation sont suffisamment robustes pour évaluer le rendement scientifique dans les domaines des sciences naturelles et du génie à l'échelle nationale. Aucun ensemble d'indicateurs ou stratégie d'évaluation n'offre une solution idéale pour tous les contextes d'évaluation de la recherche exploratoire. De plus, comme le rendement passé n'est pas garant du rendement futur, les indicateurs scientifiques, qui sont essentiellement des mesures du rendement passé, peuvent ne pas constituer des prédicteurs fiables des perspectives futures.

Les indicateurs bibliométriques fondés sur des nombres pondérés de publications et les indicateurs établis à partir des citations (s'ils sont normalisés de manière appropriée selon le domaine de recherche et fondés sur une fenêtre de citations d'une durée suffisante) peuvent être utiles pour évaluer l'impact scientifique d'ensemble de la recherche. Les méthodes bibliométriques avancées qui reposent sur l'analyse de mots-clés et font ressortir des grappes émergentes de recherches beaucoup citées fournissent une information utile à un niveau plus détaillé. Elles peuvent servir à repérer des domaines de recherche actifs, pouvant s'étendre sur de multiples disciplines et potentiellement candidats à un soutien accru. Beaucoup d'autres types d'indicateurs quantitatifs, comme ceux qui portent sur l'état et la qualité des infrastructures et de l'équipement scientifiques disponibles, peuvent permettre de caractériser les tendances de la recherche ou la capacité du pays en la matière.

On n'insistera jamais assez sur le fait que les indicateurs quantitatifs doivent servir à *éclairer* et non à *remplacer* le jugement d'experts pour l'évaluation scientifique en vue de l'attribution de fonds de recherche. En ce qui concerne l'évaluation de la recherche du pays à l'échelle des domaines, les données probantes indiquent que la meilleure approche est une combinaison de données quantitatives et du jugement d'experts.

la suite adoptés comme prioritaires dans la stratégie du gouvernement fédéral en matière de S-T énoncée en 2007.

Le rapport produit par le CAC en 2012 sur l'état de la S-T a fait appel à un ensemble plus complet et plus perfectionné de méthodes que l'évaluation de 2006. Sa méthodologie a été appliquée à 22 domaines³ et 176 sous-domaines couvrant pratiquement toutes les disciplines des sciences naturelles, des sciences de la santé, des sciences humaines, des arts et du génie. Ce rapport comportait trois principales nouveautés.

3 Deux des 22 domaines principaux, intitulés respectivement *Science et technologie, général* et *Arts et sciences humaines, général*, ont fait l'objet d'analyses mais ne figurent pas dans la plupart des tableaux récapitulatifs.

Figure 2.2

Indicateurs des atouts de la recherche canadienne dans les domaines principaux

Ce tableau résume les 14 indicateurs concernant la recherche dans chacun des domaines principaux. (Les données représentent des moyennes calculées sur les 176 sous-domaines). Les données d'« évolution » fournissent une comparaison de la période 2005-2010 par rapport à 1999-2004, sauf dans le cas des deux dernières colonnes, qui se rapportent aux cinq dernières années.

Domaine	AMPLEUR ET INTENSITÉ			QUALITÉ ET IMPACT		
	Nombre d'articles, de 2005 à 2010	Part des publications du monde (%), de 2005 à 2010	IS, de 2005 à 2010	MCR, de 2005 à 2010	Rang selon les MCR, de 2005 à 2010	Part du 1 % supérieur des articles les plus cités (%)
Agriculture, pêcheries et foresterie	15 880	5,33	1,38	1,25	8	7,90
Biologie	18 227	5,23	1,18	1,34	7	5,45
Recherche biomédicale	3 326	4,96	1,12	1,18	9	4,22
Environnement construit et design	3 152	4,94	1,36	1,17	14	4,81
Chimie	17 653	2,56	0,63	1,27	7	2,62
Médecine clinique	88 354	4,09	0,98	1,59	3	6,15
Communication et étude des textes	2 686	5,16	1,73	1,04	9	1,87
Sciences environnementales et de la Terre	15 788	5,79	1,23	1,29	9	4,53
Économie et sciences de la gestion	10 161	4,80	1,21	1,11	7	3,96
Technologies habilitantes et stratégiques	26 896	2,96	0,75	1,36	8	3,77
Génie	34 927	3,92	1,01	1,37	6	4,44
Étude de l'histoire	3 512	4,76	1,26	1,28	5	3,74
Technologies de l'information et des communications	40 529	4,35	1,12	1,30	6	4,27
Mathématiques et statistiques	8 951	4,18	0,91	1,11	9	3,29
Philosophie et théologie	2 024	5,90	1,94	0,93	8	3,31
Physique et astronomie	30 890	3,03	0,60	1,42	3	2,57
Psychologie et sciences cognitives	12 319	7,64	1,96	1,13	5	5,39
Santé publique et soins de santé	15 298	6,88	1,82	1,24	7	8,00
Sciences sociales	12 355	4,69	1,44	1,10	8	4,05
Arts visuels et arts de la scène	286	3,71	1,37	2,09	2	4,55

	QUALITÉ ET IMPACT			ÉVOLUTION				
	Rang du Canada dans l'enquête auprès des chercheurs les plus cités	Part des répondants à l'enquête internationale qui placent le Canada parmi les 5 premiers (%)	Part des répondants à l'enquête canadienne qui qualifient la recherche de « Supérieure » (%)	Évolution de la part des publications du monde (%)	Évolution de la MCR	Évolution de l'IS	« Gagne du terrain » (enquête canadienne) (%)	« Prend du retard » (enquête canadienne) (%)
	2	57	78	-0,98	0,00	-0,31	7	19
	5	37	57	-0,08	0,16	-0,11	5	16
	5	37	62	0,36	0,07	0,03	8	18
	5	29	50	-0,81	0,09	-0,26	10	7
	7	20	53	-0,04	0,04	-0,03	6	29
	4	43	55	0,40	0,10	0,04	7	16
	4	58	55	0,09	0,13	-0,03	21	14
	4	41	71	0,16	-0,02	-0,07	10	26
	3	63	66	-0,23	0,05	-0,12	14	6
	8	17	62	0,31	-0,05	0,06	13	21
	7	27	70	-0,47	0,16	-0,16	8	17
	5	35	53	0,21	-0,13	0,04	9	15
	4	42	64	-0,71	0,13	-0,20	5	12
	5	27	76	0,07	0,02	-0,01	24	15
	3	79	65	0,73	0,05	0,20	12	6
	7	19	56	0,34	0,16	0,05	8	10
	3	69	67	0,52	0,04	0,03	15	4
	3	58	65	0,78	0,07	0,18	26	10
	3	54	60	0,18	-0,05	0,05	12	11
	4	55	68	1,04	0,66	0,27	22	6

Remarques : IS = Indice de spécialisation; MCR = Moyenne des citations relatives; Rang selon les MCR = Rang du Canada selon les MCR de 2005 à 2010. Les autres données sont tirées de l'enquête internationale auprès des chercheurs les plus cités et de l'enquête auprès d'experts canadiens de la S-T.

Source des données : tableau 10.1 de CAC (2012a)

Premièrement, une enquête a été menée par Internet auprès des chercheurs faisant partie du 1 % les plus cités au monde (de 2000 à 2008) dans chacun des 176 sous-domaines, leur demandant d'évaluer la force relative de la recherche canadienne dans leur domaine de spécialité. Il y a eu 5154 répondants de 40 pays, dont 70 % n'avaient aucun lien particulier de collaboration ou d'étude avec des chercheurs canadiens. Ce sondage international a été complété par un sondage national semblable, auquel ont répondu 679 experts canadiens choisis dans les secteurs des universités, des entreprises et des gouvernements.

Deuxièmement, il y a eu une analyse approfondie d'une importante base de données bibliométriques internationales (*Scopus*) pour les années de 1999 à 2010, portant sur près de 400 000 publications de chercheurs canadiens parues de 2005 à 2010. Aux analyses standard des moyennes des citations relatives (MCR) et des indices de spécialisation se sont ajoutées de nouvelles mesures portant sur les travaux en collaboration auxquels des chercheurs canadiens ont participé, sur des grappes interdisciplinaires et sur des domaines en émergence d'intense activité de recherche. (Les résultats de ces trois nouvelles analyses bibliométriques sont donnés dans le rapport de 2012 mais ne sont pas abordés ici.)

Troisièmement, un système commun de classification des domaines de recherche a permis de structurer et d'analyser les résultats des enquêtes et les données bibliométriques. On a pu ainsi faire des comparaisons directes des résultats selon différents points de vue⁴. (Cela n'avait pas été possible pour le rapport de 2006.)

ÉVALUATION DES ATOUTS DU CANADA EN RECHERCHE

Les données recueillies ont permis d'établir des indicateurs de la force relative de la recherche canadienne selon des mesures d'ampleur, de qualité ou d'impact, ainsi que de tendances. Les indicateurs utilisés ont été au nombre de 14 pour les domaines principaux et de 10 pour chaque sous-domaine. La base de données originale, qui comprend plus de 2000 éléments, dresse de la recherche canadienne un portrait dont la profondeur et la précision sont inégalées. La figure 2.2 reproduit la matrice des indicateurs pour les 20 domaines principaux analysés. Le portrait complexe illustré par cette figure montre que l'on ne peut résumer facilement la situation, sinon pour dire que, dans la plupart des disciplines, la recherche canadienne est forte et jouit d'une bonne réputation dans le monde. La suite présente quelques points saillants des atouts du Canada dans chacune des dimensions étudiées.

Production de recherche

- Le Canada se classe au 7^e rang mondial pour le nombre de publications répertoriées dans la base de données *Scopus*, avec 4,1 % des 9,6 millions de publications de recherche parues de 2005 à 2010. Les États-Unis et la Chine viennent en tête avec respectivement 26,7 et 16,6 % du nombre total de publications.
- Le nombre total de publications du Canada a augmenté de près de 60 % de 2005 à 2010 par rapport à la période de 1999 à 2004. Le Canada a été le seul pays du G7 à accroître sa part des publications mondiales, dans un contexte où la Chine a multiplié par trois sa production de publications.

Qualité et impact de la recherche

- Les publications canadiennes occupent au total le 6^e rang mondial pour la MCR : 1,36 de 2005 à 2010, contre 1,27 de 1999 à 2004⁵. Le Canada se classe parmi les 10 premiers pays pour la MCR dans 19 des 20 domaines principaux.
- Les chercheurs canadiens comptent pour 4,7 % du 1 % des publications les plus citées au monde. Cette proportion des articles qui ont le plus d'influence dépasse sensiblement la part du Canada (4,1 %) de l'ensemble des publications.
- Parmi les répondants à l'enquête internationale auprès des chercheurs les plus cités, 37 % ont classé le Canada parmi les 5 premiers pays dans leur domaine. Les États-Unis ont été classés parmi les 5 premiers pays par 94 % des répondants, le Royaume-Uni par 71 % des répondants, et l'Allemagne par 63 % des répondants.

Ces diverses mesures témoignent de la qualité et de l'impact de la recherche canadienne en général, ainsi que de son étendue dans les principaux domaines.

Tendances

- Selon les indices bibliométriques de production et d'impact de la recherche, le Canada a gagné du terrain dans la plupart des domaines principaux de 2005 à 2010 par rapport à la période de 1999 à 2004. Il a augmenté sa part des publications mondiales dans 13 des 20 domaines principaux, et a maintenu ou augmenté sa MCR dans 16 domaines.
- Par contre, dans le cas de 11 des 20 domaines principaux, davantage de répondants à l'enquête menée auprès des experts canadiens estiment que la recherche canadienne a pris du retard plutôt que gagné du terrain au cours des 5 dernières années (voir les deux dernières colonnes de la figure 2.2). À titre d'exemple, une proportion significative (29 %) des experts considèrent que la recherche canadienne en chimie a pris du retard, alors que

4 L'analyse bibliométrique et l'identification des chercheurs les plus cités au monde ont été effectuées par Science-Metrix pour le compte du comité d'experts. Les sondages d'opinion ont été menés par EKOS Research Associates.

5 La MCR du Canada dans un domaine est le nombre moyen (par article) de citations des articles canadiens, divisé par le nombre moyen (par article) de citations de tous les articles publiés dans le monde. Une MCR supérieure à 1,0 signifie que l'impact des articles, mesuré par le nombre de citations, est supérieur à la moyenne mondiale.

Figure 2.3

Opinions sur l'état général de la S-T au Canada

	Supérieur (%)	Moyen (%)	Inférieur (%)	Gagne du terrain (%)	Demeure stable (%)	Prend du retard (%)
2006	46	28	26	28	33	39
2011	57	29	14	15	35	50

Source des données : tableau 5.4 de CAC (2012a)

seulement 6 % estiment qu'elle a gagné du terrain. (Une majorité de 65 % croient que la tendance est neutre.) À l'autre extrémité du spectre, 26 % des experts canadiens qui ont répondu à l'enquête estiment que le Canada a gagné du terrain dans le domaine de la santé publique et des services de santé, contre seulement 10 % qui ont perçu la tendance contraire.

Les enquêtes de 2006 et de 2011 auprès des experts canadiens contenaient toutes deux des questions sur la force globale de la recherche canadienne, et sur le fait de savoir si elle avait gagné du terrain, pris du retard, ou si elle était restée stable au cours des cinq années précédentes. Les résultats, résumés à la figure 2.3, montrent que la recherche canadienne était perçue comme plus forte en 2011 qu'en 2006, mais que dans la dernière enquête, un pourcentage beaucoup plus élevé des répondants ont estimé que le Canada prend du retard (50 %), contre 15 % qui croient que le Canada gagne du terrain. Les progrès exceptionnellement rapides de la Chine en recherche sont probablement à l'origine de la perception d'un déclin relatif des pays, comme les États-Unis et le Canada, qui sont près du sommet du classement.

Jusqu'à quel point y a-t-il concordance dans les évaluations des points forts : (1) entre les données bibliométriques et les résultats des enquêtes? (2) entre l'opinion des chercheurs du monde entier et celle des experts canadiens? Pour ce qui est de la question (1), la corrélation entre les indicateurs quantitatifs et le jugement des experts était généralement forte dans le cas des sciences naturelles, des sciences de la santé et du génie, alors que les domaines des sciences humaines et des arts ont souvent donné lieu à des divergences entre les données bibliométriques et les résultats des enquêtes. Comme l'érudition dans ces derniers domaines ne s'exprime pas de manière prédominante dans des revues savantes, les données bibliométriques sont relativement clairessemées et souvent non représentatives. Le jugement des pairs constitue donc un meilleur indicateur de la force du Canada dans ces domaines. Pour ce qui est de la question (2), on a observé une concordance raisonnable entre les évaluations internationales et intérieures de la force du Canada, mais un pourcentage plus élevé des chercheurs les plus

cités au monde ont qualifié la recherche canadienne de « supérieure » (en lui accordant au moins 5 points sur une échelle de 1 à 7) dans 17 des 20 domaines principaux.

À partir de cette masse de données, peut-on savoir dans quels domaines le Canada excelle particulièrement? La figure 2.2 montre que le Canada ne vient au premier (ou au dernier) rang dans aucun des 20 domaines principaux pour tous les indicateurs. Selon les points de vue, certains indicateurs sont plus pertinents que d'autres. Enfin, les données comportent inévitablement des biais, et dans le cas de certains sous-domaines, les données sont trop peu nombreuses pour être statistiquement fiables.

Le comité d'experts de 2012 a accordé un poids particulier au rang obtenu par le Canada dans les différents domaines pour la MCR, ainsi qu'au pourcentage des répondants à l'enquête internationale qui ont placé le Canada parmi les cinq premiers pays au monde dans leur domaine. Selon ces critères, 6 des 20 domaines principaux ont été désignés comme des « domaines de recherche dans lesquels le Canada excelle » (énumérés ici en ordre alphabétique) : arts visuels et arts de la scène; étude de l'histoire; médecine clinique; physique et astronomie; psychologie et sciences cognitives; TIC.

Parmi ces domaines, les TIC, la médecine clinique, ainsi que la psychologie et les sciences cognitives appartiennent à deux des quatre grands domaines identifiés comme des points forts du Canada dans le rapport de 2006, à savoir les TIC ainsi que les sciences de la santé et de la vie. Même si les systèmes de classification employés pour les rapports de 2006 et de 2012 n'étaient pas strictement comparables, les résultats à l'échelle des sous-domaines dans l'évaluation de 2012 montrent que la force *relative* du Canada dans les deux autres grands domaines identifiés en 2006, à savoir les ressources naturelles et les S-T de l'environnement, a quelque peu diminué depuis. La recherche canadienne dans ces deux domaines demeure forte et continue de jouir d'une bonne réputation dans le monde, mais l'évolution de certains indicateurs (p. ex. MCR et part des publications mondiales) indique un certain affaiblissement entre les rapports de 2006 et de 2012 (voir la figure 2.4).

Figure 2.4

Indicateurs concernant la recherche dans les disciplines des ressources naturelles et de l'environnement

Domaine – Sous-domaine	Nombre d'articles	Part des publications du monde (%), de 2005 à 2010	Évolution de la part du Canada dans les publications mondiales (%)	Rang selon l'enquête internationale	MCR, de 2005 à 2010	Évolution de la MCR
Agriculture, pêcheries et foresterie	15 880	5,33	-0,98	2	1,25	0,00
Agronomie et agriculture	3 300	4,47	-1,65	4	1,18	0,08
Sciences animales et laitières	2 091	4,11	-0,64	3	1,64	0,23
Pêcheries	2 406	8,59	-1,18	1	1,31	-0,11
Sciences des aliments	1 862	3,85	-0,44	5	1,13	-0,01
Foresterie	3 301	10,40	-1,95	2	1,12	-0,06
Horticulture	391	4,29	0,29	9	0,76	-0,23
Sciences vétérinaires	2 529	4,51	0,02	3	1,31	-0,03
Sciences environnementales et de la Terre	15 788	5,79	0,16	4	1,29	-0,02
Sciences environnementales	3 729	4,81	-0,60	4	1,53	-0,08
Géochimie et géophysique	4 130	5,42	0,41	7	1,21	-0,15
Géologie	1 681	10,45	-1,11	4	0,99	-0,12
Météorologie et sciences atmosphériques	5 301	6,15	1,01	6	1,30	0,14
Océanographie	947	5,69	1,11	7	1,23	-0,13
Génie	34 927	3,92	-0,47	7	1,37	0,16
Génie de l'environnement	3 537	6,59	0,30	6	1,17	-0,09
Génie géologique et géomatique	2 748	5,69	-1,36	3	1,38	0,14
Génie minier et métallurgique	1 428	3,95	-0,51	6	1,84	-0,19
Canada	395 369	4,10	0,13	4	1,36	0,09

Les 3 domaines principaux et les 15 sous-domaines inclus dans ce tableau (avec la moyenne de tous les domaines à titre de comparaison) sont comparables aux disciplines de recherche correspondant aux « ressources naturelles » et aux « S-T de l'environnement » dans le rapport de 2006 (CAC, 2006). Il y a certaines différences entre les rapports de 2006 et de 2012 sur l'état de la S-T au Canada en ce qui concerne la classification des domaines et les sources des données bibliométriques. De plus, le rapport de 2006 englobait des domaines de technologie appliquée, ce qui augmentait considérablement la force du domaine des ressources naturelles dans ce rapport. MCR = Moyenne des citations relatives. La colonne « Rang selon l'enquête internationale » donne le rang mondial du Canada pour la proportion des chercheurs les plus cités qui le placent parmi les 5 premiers pays au monde dans leur domaine ou sous-domaine.

Source des données : tableau 10.2 de CAC (2012a)

LE DÉFI POUR L'ENSEMBLE DES CHERCHEURS DU CANADA

Les évaluations de la recherche canadienne ont constamment confirmé sa bonne tenue dans la plupart des domaines par rapport aux autres pays. Cela constitue maintenant une opinion répandue, ce qui risque d'alimenter un sentiment de contentement, en particulier alors que l'attention des décideurs se tourne davantage, non sans raison, vers la faiblesse du Canada en ce qui concerne l'innovation dans les entreprises et la croissance de la productivité (voir le chapitre 3). Il faut résister à toute tendance à éprouver un sentiment de satisfaction. Le Canada doit maintenir son statut de chef de file mondial de la recherche, qu'il a acquis de haute lutte, parce que l'excellence en recherche est essentielle pour :

- sous-tendre l'émergence constante d'un personnel hautement qualifié, à la fine pointe du progrès, afin d'améliorer la capacité d'innovation des entreprises canadiennes, qu'elles soient nouvelles ou établies de longue date;
- assurer aux Canadiens un « accès de l'intérieur » aux réservoirs de connaissances les plus modernes de la planète, car leur participation aux meilleurs réseaux internationaux dépend de la qualité de leurs contributions;
- rendre le Canada plus attrayant pour les investissements du secteur privé dans des activités centrées sur le savoir, qui exigent de manière absolue un accès immédiat à des compétences et installations de classe mondiale.

Comment les travaux du CAC résumés ici permettent-ils de réaliser des progrès dans ce sens? La première conclusion selon laquelle la recherche canadienne est forte ne constitue certainement pas une nouveauté. Ce qui est nouveau et significatif, c'est la méthodologie innovatrice mise au point pour évaluer les atouts du Canada en recherche. Un examen selon plusieurs points de vue (données bibliométriques, enquêtes nationale et internationale) sur les trois principales dimensions de ces atouts (nombre de publications, qualité et impact des extraits, tendances en ce qui concerne la quantité et la qualité) a été effectué avec un niveau de détail sans précédent sur chaque domaine de recherche.

Le rapport de 2012 du CAC invite implicitement la communauté canadienne des chercheurs à débattre de ses constatations dans chacun des 20 domaines évalués, et plus précisément dans les 176 sous-domaines⁶. Les experts dans chaque domaine devraient aborder à tout le moins les questions suivantes :

- L'évaluation des forces (ou des faiblesses) dans leur domaine est-elle en général valable?
- Si ce n'est pas le cas, en quoi la méthodologie est-elle déficiente et comment pourrait-on l'améliorer pour une prochaine évaluation?
- Si les constatations sont considérées comme justes, comment les points forts peuvent-ils être maintenus et les points faibles corrigés?

Ce défi lancé à l'ensemble des experts des divers domaines constitue une occasion unique de mieux comprendre la dynamique à grande échelle du domaine de chacun, de même que sa position sur le plan international et dans l'ensemble du milieu canadien de la recherche. Cette connaissance plus approfondie, qui devrait périodiquement être mise à l'épreuve dans de futures études du CAC, donnera au Canada les outils et la motivation voulus pour améliorer sa position parmi les chefs de file de la recherche mondiale.

⁶ On trouvera l'évaluation à l'échelle des sous-domaines dans le rapport complet, accessible à partir du site Web du CAC, à l'adresse www.sciencepourlepublic.ca. Les données brutes sont disponibles sur demande.

La performance du Canada en innovation dans les entreprises

L'importance économique de l'innovation dans les entreprises vient de son lien étroit avec la croissance de la productivité de la main-d'œuvre, c'est-à-dire l'augmentation de la quantité de biens et services produits par heure de travail. Comme le faisait remarquer Paul Krugman (1990), lauréat d'un prix Nobel, « la productivité n'est pas tout, mais à long terme c'est presque tout » [traduction]. Même si globalement le progrès économique dépend de la croissance de la productivité, il est clair que le bien-être des personnes dépend également de la distribution des fruits de cette plus grande productivité, mais il s'agit là d'un tout autre sujet.

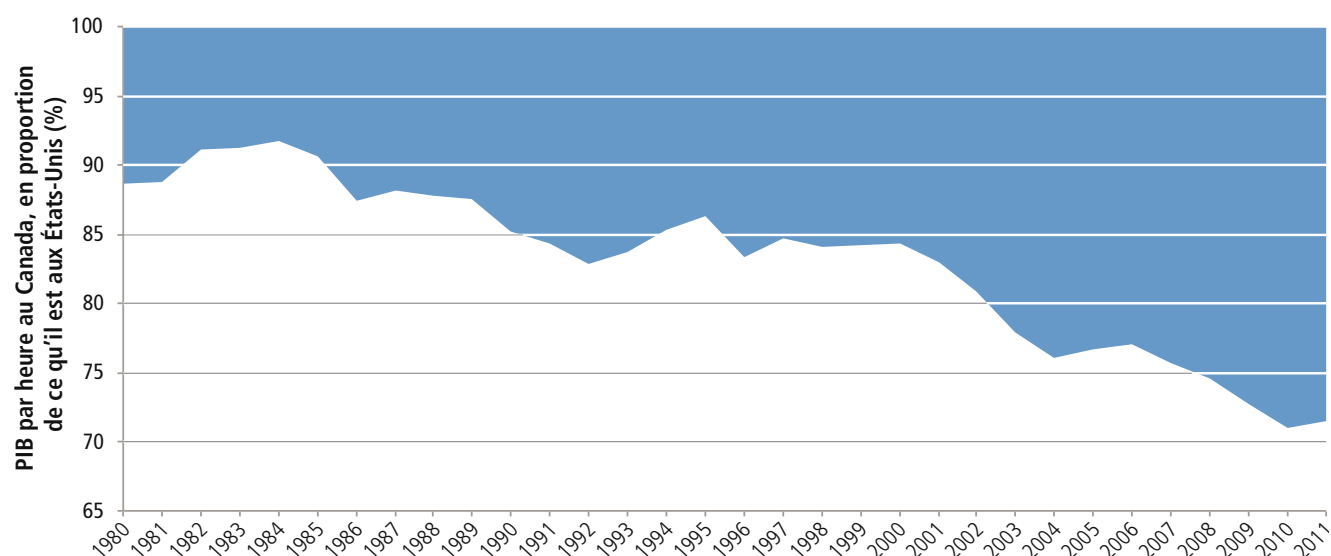
La croissance de la productivité de la main-d'œuvre dans le secteur des entreprises au Canada (qui compte pour environ

75 % du PIB) est exceptionnellement faible. Avec une moyenne annuelle de 0,8 % de 2001 à 2011, le Canada vient au 15^e rang sur 20 pays comparables de l'OCDE⁷. Ce qui est particulièrement inquiétant, c'est que la productivité relative de la main-d'œuvre canadienne a diminué, passant de plus de 90 % de la productivité des États-Unis au milieu des années 1980 à seulement 71 % en 2011 (voir la figure 3.1). Si l'on ajoute à cela la force du dollar canadien, les coûts unitaires de la main-d'œuvre canadienne ont sensiblement augmenté, diminuant d'autant la compétitivité du Canada sur les marchés mondiaux, notamment dans le secteur manufacturier.

Quelles sont les causes de l'écart de productivité croissant illustré à la figure 3.1? Statistique Canada a analysé

Figure 3.1

Productivité de la main-d'œuvre dans le secteur des entreprises au Canada, en proportion de ce qu'elle est aux États-Unis, de 1980 à 2011



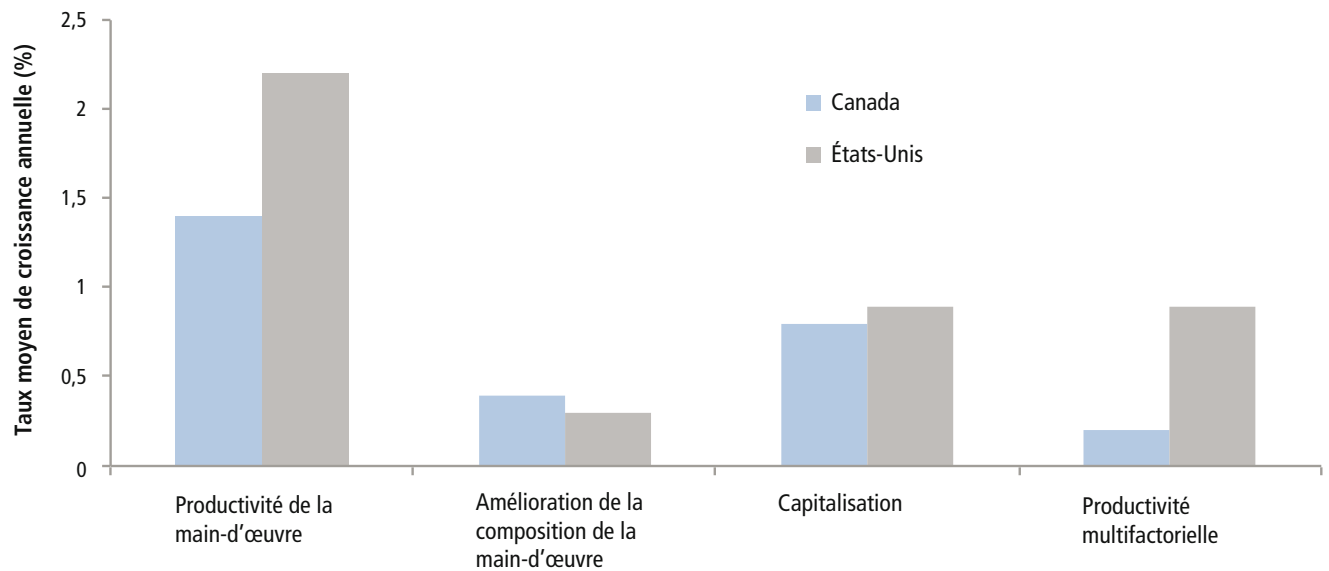
La productivité de la main-d'œuvre (PIB par heure) dans le secteur des entreprises au Canada a proportionnellement diminué, passant de plus de 90 % de la productivité des États-Unis au milieu des années 1980 à seulement 71 % en 2011. Ce déclin relatif a été particulièrement marqué depuis la fin du « boom technologique » en 2001. Entre-temps, l'emploi a connu une croissance plus rapide au Canada qu'aux États-Unis, malgré le renforcement substantiel du dollar canadien depuis 2002, ce qui aurait dû normalement encourager les immobilisations plutôt que l'emploi.

Source des données : CSLS (2013)

⁷ Le groupe de 20 pays comparables utilisé pour les comparaisons économiques internationales dans ce document comprend des pays importants hautement développés : les pays du G7, les quatre pays scandinaves, l'Australie, l'Autriche, la Belgique, la Corée du Sud, l'Espagne, l'Irlande, la Nouvelle-Zélande, les Pays-Bas et la Suisse.

Figure 3.2

Sources de la croissance de la productivité de la main-d'œuvre au Canada et aux États-Unis, de 1980 à 2011



Le taux moyen de croissance annuelle de la productivité de la main-d'œuvre dans le secteur des entreprises au Canada et aux États-Unis est égal à la somme des taux de croissance respectifs dus aux facteurs suivants : (1) amélioration des qualifications et de l'expérience (« composition de la main-d'œuvre »); (2) capital utilisé par heure travaillée (« capitalisation »); (3) résidu que constitue la PMF (voir le texte). Les données tiennent compte d'ajustements des estimations précédentes par Statistique Canada afin de mieux correspondre à la méthodologie des États-Unis. (Voir aussi l'encadré 3.1.)

Source des données : Baldwin et Gu (2013)

l'évolution de cet écart et l'a décomposé en trois éléments venant de différences entre le Canada et les États-Unis en ce qui concerne les taux de croissance : (1) de la « qualité » productive de la main-d'œuvre (selon des mesures des qualifications et de l'expérience); (2) de la contribution productive du capital; (3) de la productivité multifactorielle (PMF), décrite plus loin. La figure 3.2, établie à partir d'une analyse de Statistique Canada récemment mise à jour (mai 2013), montre que, de 1980 à 2011, la qualité de la main-d'œuvre et l'intensité de capital ont augmenté en moyenne de manière comparable au Canada et aux États-Unis. Le manque de productivité de la main-d'œuvre canadienne est donc entièrement dû à une très faible croissance de la PMF.

L'IMPORTANCE DE LA PRODUCTIVITÉ MULTIFACTORIELLE

À quoi la PMF correspond-elle exactement? Étant donné qu'elle est calculée comme un résidu, à savoir la partie de la croissance de productivité de la main-d'œuvre qui *n'est pas due* à la qualité de la main-d'œuvre ou à l'intensité de capital, elle comprend tout un ensemble de facteurs, dont les

économies d'échelle, le cycle et l'utilisation de la capacité des entreprises, les erreurs de mesure et, surtout, les effets d'une manière plus intelligente de travailler, c.-à-d. de l'innovation⁸. Si l'on examine la différence de croissance de la PMF entre le Canada et les États-Unis sur de longues périodes, les facteurs autres que l'innovation qui influent sur la PMF s'annulent probablement en grande partie. C'est pourquoi le comité d'experts sur l'innovation dans les entreprises a conclu que la croissance inférieure à la moyenne de la productivité du Canada était due à un faible degré d'innovation dans les entreprises. (L'encadré 3.1 résume le débat récent à propos de la mesure de la PMF.)

La PMF est un indicateur clé parce qu'elle constitue une mesure de résultats, ainsi que de l'innovation au sens large et pas seulement sous ses aspects technologiques. Pratiquement tous les autres indicateurs courants de l'innovation dans les entreprises canadiennes (p. ex. R-D, brevets, investissements dans la machinerie et l'équipement, en particulier les TIC) vont dans le même sens que les statistiques sur la PMF⁹. Mais ces autres indicateurs sont plus limités, car ils portent sur des intrants ou sur les stades intermédiaires du processus

8 À titre d'exemple, lorsqu'un établissement de restauration rapide ajoute un guichet de service à l'auto, ses revenus augmentent sensiblement alors que les intrants de main-d'œuvre et de capital augmentent seulement légèrement. Les véhicules des clients deviennent des extensions de l'établissement, et la plus grande partie des revenus supplémentaires est attribuable à une plus grande PMF. Plus généralement, la PMF mesure les effets sur la productivité de la main-d'œuvre attribuables à l'utilisation de la technologie, à l'efficacité de la gestion et à l'organisation des entreprises.

9 Le Canada ne compte que pour 1,1 % des brevets dans le monde, contre 4,1 % des publications de recherche. Mais ce qui est beaucoup plus important sur les plans de l'innovation et de la productivité, c'est l'écart considérable et persistant entre le Canada et les États-Unis (et aussi beaucoup d'autres pays avancés) quant aux investissements annuels en TIC par travailleur. Au Canada, ils ne représentent en moyenne depuis 25 ans que 60 % de ce qu'ils sont aux États-Unis. L'écart des investissements s'est rétréci pour ce qui est des ordinateurs, mais il a augmenté en ce qui concerne les logiciels, qui constituent maintenant le cœur des applications innovatrices permettant d'augmenter la productivité des entreprises et de créer des possibilités entièrement nouvelles. On connaît mal les raisons des faibles investissements du Canada dans les TIC (Sharpe et Rai, 2013).

Encadré 3.1 Débat sur la mesure de la croissance de la productivité multifactorielle au Canada

Un article important d'Erwin Diewert et Emily Yu, paru dans le numéro d'automne 2012 de *l'International Productivity Monitor*, avance que la méthodologie adoptée par Statistique Canada pour analyser les composantes de la croissance de la productivité de la main-d'œuvre se traduit par une sous-estimation significative de la croissance à long terme de la PMF au Canada. Plus précisément, Statistique Canada estime cette croissance à seulement 0,3 % par année de 1961 à 2011, alors qu'elle serait de 1,0 % avec la méthode d'estimation proposée par Diewert et Yu (2012). Si cette dernière estimation est juste, certains pourraient en déduire qu'après tout, le secteur canadien des entreprises n'a pas un si grave problème d'innovation.

Statistique Canada, et Diewert et Yu, *ne divergent pas* sensiblement dans leurs estimations de la croissance de la productivité de la main d'œuvre canadienne, et c'est ce qui est important au bout du compte dans le contexte du bien-être économique. Ils ne divergent qu'au sujet des proportions de la croissance de la productivité de la main d'œuvre attribuables à la PMF et à l'intensité de capital. Ces divergences viennent principalement de considérations très techniques qui interviennent dans la mesure des services de capitaux, plus précisément de la manière appropriée de faire l'estimation du « coût du capital de l'utilisateur ». L'approche de Diewert et Yu, et celle de Statistique Canada, ont toutes deux des faiblesses reconnues.

Le rapport *Innovation et stratégies d'entreprise : pourquoi le Canada n'est pas à la hauteur* du CAC (2009) insistait sur la faiblesse *relative* de la croissance de la PMF du Canada, par comparaison principalement à celle des États-Unis, mais aussi d'autres pays de l'OCDE. (Comme l'article de Diewert et Yu ne fait pas de nouvelle estimation de la

croissance de la PMF aux États-Unis ou dans d'autres pays servant de point de comparaison, il n'aborde pas la question clé de la croissance de la PMF canadienne par rapport à des repères internationaux.) John Baldwin et Wulong Gu (2013), de Statistique Canada, ont par la suite fait de nouvelles estimations des composantes de la croissance de la productivité de la main d'œuvre au Canada en employant des méthodes qui correspondent plus étroitement à celles utilisées aux États-Unis. (La figure 3.2 repose sur ces nouvelles estimations.)

La décomposition de la croissance de la productivité de la main d'œuvre en ses composantes venant de la PMF et du capital est éclairante, mais l'innovation a des effets à la fois sur la PMF et sur l'utilisation du capital. Le capital devient plus productif lorsqu'il intègre l'innovation, et les entreprises doivent innover pour adapter et utiliser leurs nouveaux capitaux de manière efficace. À titre d'exemple, la micropuce n'a intrinsèquement aucune valeur productive jusqu'à ce qu'on l'utilise par exemple dans de nouveaux modèles d'affaires comme ceux d'Amazon et de Google, ou dans des applications de traitement de données grâce auxquelles on peut mettre en œuvre des stratégies de commercialisation innovatrices. Par conséquent, l'innovation *désincarnée* mesurée, même de manière imparfaite, par la PMF, et l'innovation *incarnée* intégrée dans le flux des services tirés du capital, sont des aspects complémentaires du phénomène commun du progrès technique.

Alors que le débat analytique sur l'estimation de la PMF et des autres composantes de la productivité de la main d'œuvre se poursuit, la conclusion centrale du CAC selon laquelle la stratégie des entreprises canadiennes ne met pas assez l'accent sur l'innovation ne fait aucun doute.

d'innovation et que, à l'exception notable des TIC, ils ne concernent principalement que certains secteurs comme ceux de la fabrication et des services connexes fondés sur le savoir.

Il n'en reste pas moins que des indicateurs comme la R-D sont symptomatiques de l'engagement des entreprises envers une stratégie centrée sur l'innovation dans les industries en cause. De plus, les discussions sur les politiques d'innovation continuent de porter sur les dépenses des entreprises en R-D. Ces discussions doivent être élargies, mais encore faut-il que l'on tire les bons enseignements des données.

LA RECHERCHE-DÉVELOPPEMENT DANS LES ENTREPRISES

En proportion du PIB, les dépenses en R-D au Canada ont toujours été bien inférieures à la moyenne de l'OCDE. Après la fin du « boom technologique » en 2001, elles ont diminué non seulement en pourcentage du PIB (voir la figure 3.3), mais aussi en dollars constants. En 2011, les dépenses des

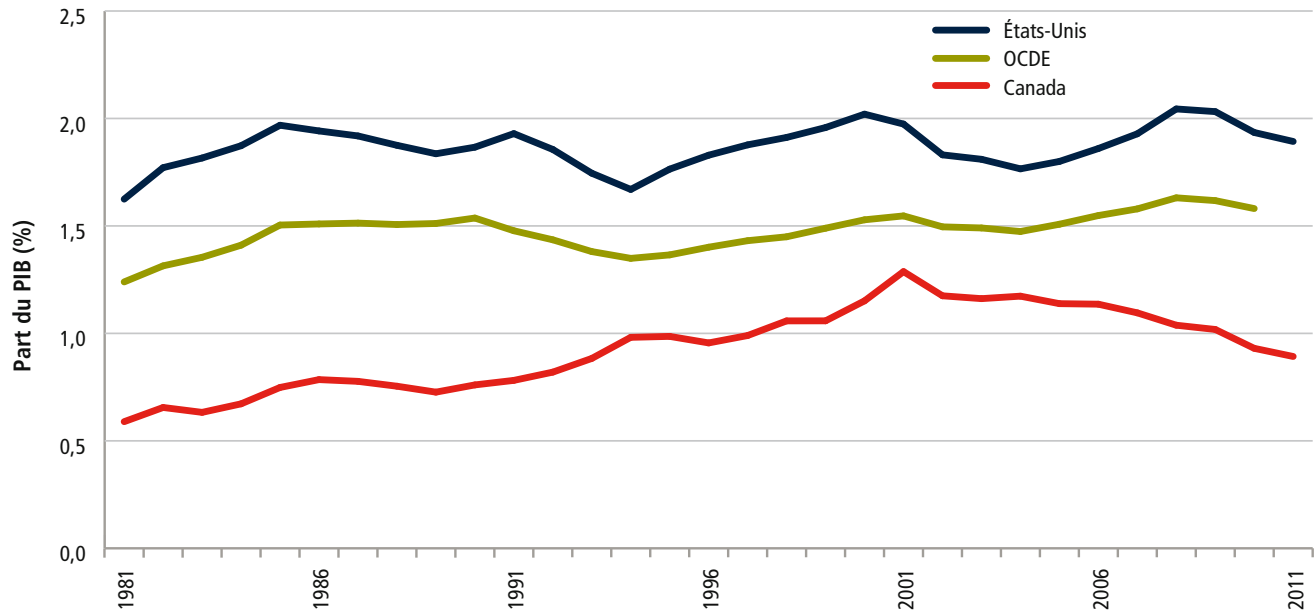
entreprises en R-D ont été au Canada de 15,3 milliards de dollars ou 0,9 % du PIB, contre par exemple 1,9 % aux États-Unis, 2,3 % en Suède et 1,3 % en Australie (dont l'économie, tout comme celle du Canada, repose sur les ressources naturelles).

Qu'est ce qui explique le déclin d'intensité des DIRDE au Canada depuis 2000? Les données du rapport de 2013 du CAC intitulé *L'état de la R-D industrielle au Canada* montrent que la diminution des DIRDE (en pourcentage du PIB du secteur des entreprises), de 1,61 % en 2000 à 1,44 % en 2008, est presque entièrement due à une forte baisse (de 24,4 % à 15 %) de la part du secteur de la fabrication dans le PIB du secteur des entreprises (voir la figure 3.4)¹⁰. Comme ce secteur est de loin celui qui a la plus forte intensité de R-D, cette chute importante de sa part dans l'économie a entraîné une baisse de 0,43 point de pourcentage de l'intensité globale des DIRDE¹¹. Même si l'intensité des DIRDE a de fait augmenté de manière significative dans

10 Le chiffre d'affaires du secteur de la fabrication, en dollars courants, a diminué de quelque 185 milliards de dollars en 2000 à 175 milliards en 2008. La fin du boom technologique et la récession de 2008 ont fait particulièrement mal aux secteurs à forte intensité technologique au Canada. Au cours de la même période, le PIB du secteur des entreprises dans son ensemble a augmenté de plus de 50 %.

11 Pour calculer l'intensité des DIRDE d'une économie, on additionne les résultats obtenus en multipliant l'intensité des DIRDE de chaque secteur (p. ex. environ 4,5 % pour le secteur de la fabrication) par la proportion du PIB que représente le secteur.

Figure 3.3
Intensité de R-D dans les entreprises, de 1981 à 2011



Les entreprises canadiennes rattrapaient leur retard en R-D jusqu'à la fin du « boom technologique » en 2001. Depuis, l'intensité des DIRDE au Canada a diminué.

Source des données : figure 2.2 de CAC (2013a)

les secteurs des services ainsi que de l'extraction minière et extraction de pétrole et de gaz, la figure 3.4 montre que ces augmentations ont été loin de compenser l'effet du déclin structurel du secteur de la fabrication.

Une analyse semblable montre que l'écart important et persistant entre le Canada et les États-Unis quant à l'intensité des DIRDE est dû à la beaucoup plus forte intensité des DIRDE dans le secteur de la fabrication aux États-Unis, soit 9,7 % contre 4,5 % au Canada en 2006, année la plus récente pour laquelle des données comparables sont disponibles (voir la figure 3.5). Le Canada avait même un léger avantage structurel en 2006 puisque le secteur de la fabrication représentait une part plus grande de l'économie canadienne. Il est à noter que le secteur de l'extraction de ressources naturelles n'explique que très peu l'écart entre le Canada et les États-Unis. En effet, même s'il représente une part beaucoup plus grande de l'économie canadienne, il a intrinsèquement une faible intensité des DIRDE et ne compte donc que pour une petite proportion des DIRDE des deux pays.

On obtient un éclairage supplémentaire en subdivisant le secteur de la fabrication en industries de haute, moyenne ou faible technologie, selon le classement de l'OCDE. Aux États-Unis, le secteur de la fabrication comprend beaucoup plus d'industries de haute ou de moyenne technologie, dont l'intensité des DIRDE est intrinsèquement forte. Par contre, le Canada a une proportion beaucoup plus élevée d'industries de faible technologie (y compris, par exemple,

le traitement des ressources naturelles), dont l'intensité des DIRDE est intrinsèquement très faible.

Les répercussions de la propriété étrangère sur les DIRDE au Canada varient d'une industrie à l'autre. Par exemple, les constructeurs automobiles et les fabricants de produits chimiques contrôlés par des intérêts étrangers font relativement peu de R-D au Canada, alors que les DIRDE effectuées au Canada par des sociétés étrangères d'informatique et de produits pharmaceutiques sont comparables à ce qu'elles sont aux États-Unis. Le problème ne vient donc pas en soi de la propriété étrangère des entreprises. Le déficit de R-D dans les entreprises au Canada est dû au fait que les industries à forte intensité de R-D ne représentent qu'une part relativement petite de l'économie canadienne.

Cette situation structurelle explique une grande partie des problèmes qui dominent et compliquent la discussion d'une politique d'innovation au Canada, p. ex. la demande relativement faible de titulaires de diplômes d'études supérieures en science et en génie, et la difficulté particulière à établir des liens entre la recherche universitaire et les entreprises. Ce sont des problèmes liés à la *demande*, pour lesquels on continue de proposer les solutions qui relèvent de l'*offre*. Tant que les entreprises à forte intensité de R-D n'occuperont pas une place plus importante dans l'économie canadienne, le manque d'entreprises réceptrices continuera de faire échouer des politiques centrées sur l'offre de R-D. (Se rappeler la citation du rapport Lamontagne de 1970, au chapitre 1.)

Figure 3.4

Évolution par secteur de l'intensité des DIRDE au Canada, de 2000 à 2008

Domaine	Part du secteur des entreprises		Intensité de R-D		Contribution du secteur à l'évolution de l'intensité des DIRDE
	2000	2008	2000	2008	Points de pourcentage
	%	%	%	%	
Agriculture, foresterie, pêche et chasse	2,88	2,41	0,42	0,48	0,00
Extraction minière et extraction de pétrole et de gaz	7,91	13,37	0,30	0,63	0,07
Services publics	3,41	2,98	0,64	0,63	0,00
Construction	6,45	9,3	0,10	0,11	0,00
Fabrication	24,36	15,01	4,52	4,45	-0,43
Services	55,00	56,92	0,81	1,13	0,20
Secteur des entreprises	100	100	1,61	1,44	-0,17

L'intensité des DIRDE (DIRDE en pourcentage du PIB du secteur des entreprises) a diminué au Canada de 0,17 point de pourcentage de 2000 à 2008. Cela est dû en grande partie à la baisse marquée de la part du secteur de la fabrication dans le PIB. L'intensité des DIRDE n'a diminué que légèrement dans le secteur de la fabrication. D'autre part, les services et le secteur de l'extraction minière ainsi que de l'extraction de pétrole et de gaz ont contribué de manière positive à l'évolution de l'intensité des DIRDE.

Source des données : tableau 2.3 de CAC (2013a)

Figure 3.5

Écart d'intensité des DIRDE entre le Canada et les États-Unis, par secteur, 2006

Domaine	Part de la valeur ajoutée (%)		Intensité des DIRDE (%)		Contribution du secteur à l'écart d'intensité des DIRDE
	Canada	États-Unis	Canada	États-Unis	Canada moins États-Unis (points de pourcentage)
Ensemble du secteur des entreprises	100	100	1,22	1,85	-0,63
Agriculture, foresterie, pêche et chasse	1,6	0,9	0,5	–	0,01
Extraction minière et exploitation en carrière	8,6	1,7	0,6	–	0,05
Fabrication	14,6	13,3	4,5	9,7	-0,63
Approvisionnement en électricité, gaz et eau	2,5	1,8	0,9	0,1	0,02
Construction	6,5	4,9	0,1	0,2	0,00
Services	66,2	77,4	0,7	0,7	-0,08

L'intensité des DIRDE a toujours été plus forte aux États-Unis qu'au Canada – en 2006, l'écart était de 0,63 point de pourcentage. L'écart s'explique en grande partie par l'intensité des DIRDE beaucoup plus forte dans le secteur manufacturier aux États-Unis (plus du double de ce qu'elle est au Canada). Pour des raisons de confidentialité, les données des États-Unis sont supprimées pour les deux secteurs des ressources, et leur valeur est mise à zéro. Ces secteurs ne comptent que pour une très petite partie de l'intensité des DIRDE aux États-Unis.

Source des données : tableaux 2.4 et 2.5 de CAC (2013a)

Encadré 3.2 La face cachée des données sur la R-D

Le CAC s'efforce de réunir un ensemble fiable de données probantes pour éclairer ses évaluations. Cela exige habituellement de regarder au-delà des chiffres afin de les interpréter correctement. *L'état de la R-D industrielle au Canada* (2013) comprend un appendice important décrivant plusieurs défis relatifs aux données qui compliquent l'interprétation des statistiques sur la R-D et leur comparaison d'un pays à l'autre.

Par exemple, selon la figure 3.6, le commerce de gros compte pour 8,4 % de la R-D dans les entreprises canadiennes. Cependant, une part inconnue mais probablement substantielle de cette R-D est en fait attribuable à des industries du secteur de la fabrication (les produits pharmaceutiques et des éléments des TIC). Cela vient du fait que Statistique Canada attribue les dépenses en R-D à l'industrie qui représente la plus grande part de l'activité des entreprises qui font de la R-D. Si une entreprise canadienne œuvre dans le domaine de la distribution et des ventes, mais qu'elle fait aussi de la R-D, ses dépenses en R-D seront attribuées au secteur du commerce de gros même si elles peuvent être liées à des activités de fabrication qui ont lieu à l'étranger, p. ex. de la part d'une société mère ou d'une usine déménagée outre-mer. Cette anomalie, qui est devenue plus fréquente depuis la mondialisation de la production, a amené en 2004 les États-Unis à commencer à attribuer la R-D

à l'industrie manufacturière concernée plutôt qu'au commerce de gros. Le Canada n'a pas encore suivi cet exemple.

L'industrie des services de recherche et de développement scientifiques, qui vient en tête pour les DIRDE au Canada, comprend la R-D liée à une vaste gamme de domaines des sciences naturelles et de la vie ainsi que des sciences humaines. De nombreux pays, mais le Canada n'en fait pas encore partie, attribuent cette R-D aux produits ou aux industries qui bénéficient de ces services, ce qui est nettement préférable pour des fins d'analyse.

Il sera toujours difficile d'attribuer la R-D (et d'autres données relatives au processus d'innovation) aux bonnes industries, parce que les catégories industrielles se modifient avec l'évolution de la technologie ainsi que de la nature des activités des entreprises. Par exemple, les anciennes frontières entre le secteur de la fabrication et de nombreux services sont devenues complètement floues. Dans ce contexte, l'harmonisation des méthodes statistiques à l'échelle internationale (par le truchement de l'OCDE) devrait être une priorité constante. Il faudra néanmoins toujours regarder avec soin au-delà des chiffres avant de sauter aux conclusions. Ce principe est trop rarement respecté dans notre monde saturé de données.

Cela soulève la question de savoir quelles industries au Canada semblent avoir de solides atouts sur lesquels on peut bâtir¹². *L'état de la R-D industrielle au Canada* (2013) contient une analyse détaillée de 17 industries qui comptent pour plus de 80 % de la R-D dans les entreprises et 90 % des brevets au Canada, et environ 23 % du PIB (voir la figure 3.6). Selon divers indicateurs relatifs à la R-D, aux brevets et au poids économique (ainsi qu'à leur évolution), les principaux atouts du Canada en matière de technologie se situent dans les TIC, l'aérospatiale et l'industrie des produits pharmaceutiques. Les services de R-D scientifique constituent un joueur important et en forte croissance en matière de R-D, mais ils constituent une collection hétérogène de services spécialisés destinés principalement à d'autres industries. Le commerce de gros fait étonnamment partie de ce groupe, et l'ampleur surprenante de ses dépenses en R-D semble témoigner de problèmes de classification (voir l'encadré 3.2). L'industrie de l'extraction de pétrole et de gaz constitue un cas particulier intéressant. Même si son intensité des DIRDE (0,7 %) et sa part des brevets (0,5 %) sont très faibles, ses dépenses en R-D ont presque quadruplé depuis 2001, et ses brevets sont beaucoup cités (près de trois fois la moyenne mondiale dans

cette industrie). La croissance très forte de l'industrie du pétrole et du gaz semble avoir suscité un fort engagement envers l'innovation.

INNOVATION : UN REGARD CENTRÉ SUR LES ENTREPRISES

La R-D constitue indéniablement un stade essentiel de nombreux types d'innovation, à coup sûr dans le secteur manufacturier et de plus en plus dans les services centrés sur le savoir. Mais la tendance persistante à assimiler la R-D à l'innovation dans les entreprises nuit à une compréhension approfondie de l'innovation et à la mise sur pied de politiques publiques facilitant l'innovation de manière plus efficace¹³. En réalité, les faibles dépenses des entreprises canadiennes en R-D sont un *symptôme* plutôt qu'une *cause* du manque d'innovation dans les entreprises.

Deux rapports du CAC, intitulés *Innovation et stratégies d'entreprise : pourquoi le Canada n'est pas à la hauteur* et *Incidences de l'innovation : mesure et évaluation*, ont abordé ce problème sous deux angles différents mais complémentaires. Les deux partent du point de vue des entreprises, reconnaissant ainsi

12 La suite de la discussion concerne des industries qui ont actuellement des atouts technologiques. Cependant, des industries entièrement nouvelles peuvent apparaître tout à coup et engendrer rapidement de grandes entreprises, comme cela s'est produit dans de nombreux domaines des TIC.

13 Les investissements des entreprises dans la R-D ne constituent qu'une composante des investissements dans les actifs intangibles comme les logiciels, les bases de données, la prospection minière, les études de conception, la publicité, la formation et les changements organisationnels. Les investissements dans de tels actifs intangibles ont été de 150 milliards de dollars au Canada en 2008, soit environ les deux tiers des investissements des entreprises dans des actifs tangibles. La R-D ne comptait que pour environ 11 % des investissements dans les actifs intangibles, soit environ autant que les logiciels et les bases de données, mais beaucoup moins que les 66 milliards de dollars investis dans le « capital organisationnel ». Les analyses de politiques en matière d'innovation devraient s'attarder beaucoup plus que maintenant aux investissements rapidement croissants dans le capital intangible et à la mesure de leur contribution à la croissance de la productivité (Baldwin *et al.*, 2012).

Figure 3.6

Indicateurs de la R-D dans les entreprises au Canada et indicateurs connexes, pour les principales industries qui font de la R-D

Industrie	AMPLEUR ET INTENSITÉ				IMPACT		TENDANCES		
	Part de la R-Di (2012) (> 4 %)	Part du PIB (2012) (> 1 %)	Intensité de R-Di (2012) (> 3 %)	Part du nombre de brevets (2003-2010) (> 3 %)	MCR des brevets (> 1,0)	MCR des public. (> 1,0)	Croissance de la R-Di (2001-2012) (> 4 %)	Croissance du PIB (1997-2008) (> 5 %)	Croissance des export. (1997-2008) (> 5 %)
Services de recherche et de développement scientifiques *	11,17	0,34	32,78	3,39	0,54	1,60	15,42	7,71	6,42
Fabrication de matériel de communication **	9,87	0,14	70,04	23,98	2,03	1,84	-4,75	-0,25	-0,85
Commerce de gros	8,40	5,39	1,55	3,32	0,88	1,33	5,37	4,97	5,24
Fabrication de produits aérospatiaux et de leurs pièces	8,38	0,42	20,02	3,83	0,90	1,04	4,63	3,76	6,50
Conception de systèmes informatiques et services connexes *	8,23	1,17	7,02	4,88	1,69	1,08	4,76	7,71	6,42
Industrie de l'information et industrie culturelle	8,16	3,31	2,46	24,52	2,09	1,55	15,98	5,49	4,13
Extraction de pétrole et de gaz, forage à forfait et services connexes	4,17	5,79	0,72	0,45	2,86	0,68	15,53	14,60	15,38
Fabrication de produits pharmaceutiques et de médicaments	4,15	0,30	13,80	3,34	0,95	1,65	-0,38	5,80	13,85
Fabrication de machines	3,81	0,96	3,97	6,61	0,97	0,84	3,36	2,75	3,84
Fabrication de semi-conducteurs et d'autres composants électroniques **	3,09	0,10	31,00	2,05	1,67	1,83	-3,01	-0,25	-0,85
Fabrication d'instruments de navigation, de mesure et de commande et d'instruments médicaux **	2,42			4,88	1,05	1,07	0,66	-0,25	-0,85
Architecture, génie et services connexes *	2,28	1,19	1,91	0,94	0,89	0,88	-0,81	7,71	6,42
Fabrication de produits du pétrole et du charbon	2,12	0,46	4,39	0,11		0,47	13,72	11,23	13,97
Fabrication de véhicules automobiles et de leurs pièces	2,05	1,02	1,98	3,50	1,08	0,99	-0,99	-2,76	-1,46
Fabrication d'autres produits chimiques	1,83	0,49	1,13	2,95	0,98	1,30	3,15	-1,37	3,90
Finance, assurances et services immobiliers	1,61	18,95	0,08	1,57	2,44	0,79	6,45	4,63	4,62
Autres industries manufacturières	1,50			1,24	1,34	0,87	4,51	4,75	-1,39
Fabrication de produits métalliques	1,39	0,87	1,61	0,82	0,54	0,44	7,86	4,02	3,08
Production, transport et distribution d'électricité	1,17	1,97	0,05	0,00		0,60	-1,50	2,55	8,23
Fabrication de matériel, d'appareils et de composants électriques	1,08	0,26	0,34	4,65	1,00	1,5	-3,10	1,01	2,97
Première transformation de métaux	1,05	0,83	0,37	0,81	0,27	1,15	-0,47	3,72	6,88

Ce tableau contient des indicateurs de la force de la technologie dans 17 industries qui comptent pour plus de 80 % de la R-D dans les entreprises et 90 % des brevets au Canada. Les cellules ombragées dénotent les performances relativement fortes. (Voir dans l'encadré 3.2 quelques remarques sur l'attribution des DIRDE à certaines industries.) *Les données concernant la croissance du PIB et des exportations sont fondées sur des données de Statistique Canada regroupées sous la rubrique « Services professionnels scientifiques et techniques » dans le cas des industries suivantes : architecture, génie et services connexes; conception de systèmes informatiques et services connexes; services de recherche et de développement scientifiques. ** Les données concernant la croissance du PIB et des exportations sont fondées sur des données de Statistique Canada regroupées sous la rubrique « Fabrication de produits électroniques » dans le cas des industries suivantes : fabrication de matériel de communication; fabrication d'instruments de navigation, de mesure et de commande et d'instruments médicaux; fabrication de semi-conducteurs et d'autres composants électroniques. Les données portent sur certaines industries choisies. Les calculs sont expliqués dans CAC (2013a).

Source des données : tableau 6.1 de CAC (2013a)

qu'elles sont les agents économiques qui traduisent les idées en innovations constituant au bout du compte le moteur de la productivité.

Le rapport *Incidence de l'innovation : mesure et évaluation* place les entreprises au centre d'un écosystème de l'innovation (voir l'encadré 3.3) caractérisé par les comportements d'ensemble suivants :

- **Demande des marchés** — Une compréhension profonde des besoins, des désirs et des comportements des consommateurs, ainsi que l'intensité de la concurrence, motivent au premier chef l'innovation dans les entreprises. Sur le marché canadien, les conditions de la demande ne stimulent pas toujours l'innovation, puisque la concurrence intérieure est limitée par : (1) la réglementation de certaines industries, p. ex. restrictions sur la propriété étrangère, offices de commercialisation, diverses restrictions provinciales et interprovinciales; (2) la petite taille et le caractère fragmenté du marché intérieur, qui rendent celui-ci moins attrayant pour les concurrents étrangers potentiels.
- **Production de connaissances** — L'innovation commence par des idées, de sorte que les universités sont des composantes essentielles de l'écosystème. Elles ne sont pas en premier lieu une source directe d'idées¹⁴, mais constituent plutôt le lieu de formation procurant au personnel les compétences voulues pour innover et appliquer les meilleures idées venues de partout dans le monde, et pour gérer le processus d'innovation lui-même.
- **Facilitation de l'innovation** — Les éléments facilitateurs de l'écosystème (qui en outre produisent et véhiculent souvent des connaissances) comprennent par exemple les mentors ou les investisseurs providentiels et investisseurs en capital de risque, les laboratoires et services gouvernementaux comme le Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI), les incubateurs d'innovation, de même qu'une vaste gamme d'experts-conseils en technique et en gestion. Les activités facilitatrices forment un « tissu conjonctif » essentiel pour faire le pont entre la production de connaissances en milieu universitaire et leurs applications commerciales. C'est souvent lorsqu'elles sont regroupées en grappes (p. ex. la Silicon Valley et la région de Waterloo) qu'elles sont les plus efficaces.
- **Élaboration de politiques** — Des interventions sont généralement nécessaires pour soutenir et améliorer le rendement de l'écosystème lorsque les forces du marché ne parviennent pas seules à produire les meilleurs résultats. En voici quelques exemples : il faut souvent favoriser la concurrence, parce qu'une position trop dominante sur le marché atténue la motivation à innover; une réglementation peut être nécessaire pour stimuler l'innovation visant des objectifs que les entreprises ne peuvent poursuivre seules (p. ex. efficacité énergétique et normes d'émission, prix du carbone); des subventions à la R-D peuvent être justifiées lorsque les avantages publics prévus dépassent les bénéfices privés; des politiques ciblées d'achat par les gouvernements peuvent stimuler

14 Une enquête a été menée auprès d'un échantillon représentatif comprenant plus de 1000 entreprises canadiennes faisant de la R-D pour le rapport intitulé *Innovation Canada : Le pouvoir d'agir* (le « rapport Jenkins »). Selon les résultats de cette enquête, les employés, les clients, les concurrents et d'autres entreprises sont de loin les sources les plus importantes d'idées d'innovation; les établissements d'enseignement postsecondaire ont été parmi les moins mentionnés (Industrie Canada, 2011).

Encadré 3.3 L'écosystème de l'innovation centré sur les entreprises

En 1841, l'économiste allemand Friedrich List a émis l'hypothèse que la croissance d'une économie nationale dépend des flux de connaissances entre ses acteurs économiques. Il s'agissait d'une idée complètement nouvelle à l'époque. Aujourd'hui, nous comprenons plus clairement que l'image d'un écosystème convient mieux que de concevoir l'innovation comme un processus linéaire allant des investissements aux effets ultimes. Cette image saisit la nature fondamentale de l'innovation : un processus non linéaire et dynamique, enraciné dans un ensemble complexe d'activités et de liens entre les acteurs du système.

Un écosystème de l'innovation fournit des ressources à l'acteur central de l'innovation, à savoir l'entreprise. Cependant, comme le souligne l'approche écosystémique, les entreprises ne fonctionnent pas de manière isolée; au lieu de cela, elles exploitent les ressources vitales issues des interactions entre acteurs de l'écosystème. Un écosystème de l'innovation fournit les connaissances, le capital (physique, financier et social), les conditions politiques et réglementaires, ainsi que la demande du marché, qui soutiennent l'innovation dans les entreprises. En analysant l'état de santé de son écosystème, on peut mettre le doigt sur les goulets d'étranglement qui nuisent à l'innovation et identifier les éléments qui l'alimentent. Cela laisse supposer que les décideurs doivent envisager et éventuellement mettre à profit un ensemble beaucoup plus riche et étendu d'investissements dans l'innovation.

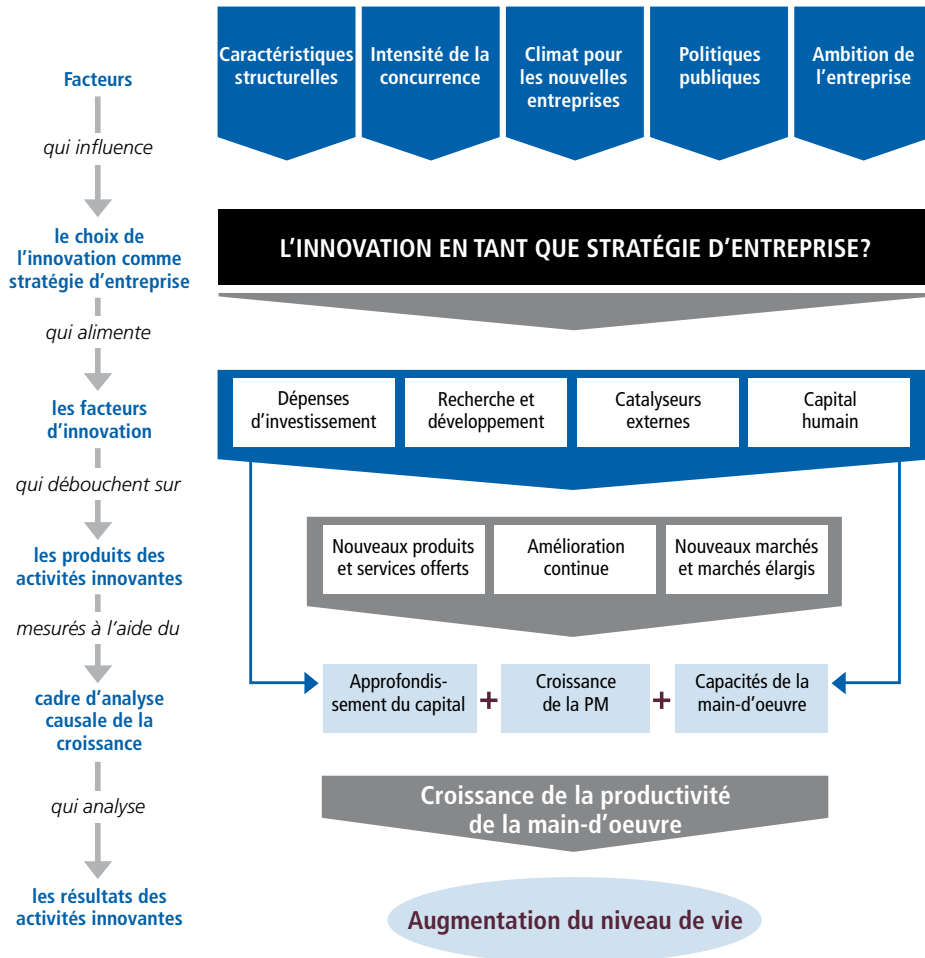
Deux éléments fournissent un cadre d'évaluation des répercussions des investissements dans l'innovation : (1) les comportements d'ensemble, qui déterminent la santé de l'écosystème; (2) les entreprises, qui sont les agents centraux de l'innovation. L'approche d'un écosystème de l'innovation centré sur les entreprises intègre les cinq principaux comportements d'ensemble de l'écosystème, mis en évidence dans la figure ci-dessous.

Écosystème de l'innovation centré sur les entreprises



Sources des données : CAC (2013b)

Figure 3.7
Plan logique du processus d'innovation dans les entreprises



Source des données : figure 4.2 de CAC (2009)

de manière très efficace la croissance d'entreprises innovatrices, en particulier aux premiers stades de leur cycle de vie.

Le rapport *Innovation et stratégies d'entreprise : pourquoi le Canada n'est pas à la hauteur* (2009) complète cette notion d'écosystème de l'innovation. Il aborde en profondeur les facteurs qui influencent la décision d'une entreprise de mettre ou non l'innovation au cœur de sa stratégie d'affaires (voir la figure 3.7; la figure 3.8 donne des exemples des principaux types de stratégie d'innovation adoptées selon diverses conditions du marché). En insistant sur les intrants de l'innovation comme la recherche universitaire, un personnel hautement qualifié et la R-D, on met la charrue avant les bœufs. Une entreprise doit d'abord décider qu'un engagement envers l'innovation et les investissements que cela suppose ont une raison d'être sur le plan des affaires.

En admettant implicitement que les besoins des clients d'une entreprise recouvrent les cinq facteurs représentés en haut de la figure 3.7, il y a beaucoup de points communs entre les éléments de l'écosystème présentés plus haut et les déterminants d'une stratégie d'entreprise illustrés à la figure 3.7¹⁵. Comme ces facteurs interviennent, sous une forme ou sous une autre, dans tous les pays, la question fondamentale demeure de savoir pourquoi, dans le cas du Canada, ils n'ont pas débouché sur davantage de stratégies d'affaires centrées sur l'innovation.

Il semble y avoir trois raisons principales à cela :

- **Le rôle du Canada dans une économie nord-américaine intégrée** — Doté de ressources naturelles exceptionnelles et voisin de l'économie la plus dynamique et innovatrice de la planète, le Canada jouit depuis très longtemps d'un avantage comparatif venant de la fourniture de

15 Le facteur « Caractéristiques structurelles » peut mériter une explication. Il s'agit des caractéristiques particulières de l'industrie à laquelle appartient une entreprise. S'agit-il par exemple d'une industrie dont le facteur dominant de compétition est la production à faible coût d'articles standard? Y a-t-il des entreprises sous contrôle étranger, l'innovation relevant de leur siège social? Dans de tels cas, qui sont courants au Canada, une stratégie centrée sur l'innovation peut ne pas être nécessaire ni même faisable.

matières premières et de produits manufacturés à un coût concurrentiel, en amont de réseaux de valeur ajoutée hautement intégrés, largement dominés par des entreprises des États-Unis. Ces conditions étaient réunies bien avant la conclusion de l'Accord de libre-échange nord-américain (ALENA). Elles ont aussi été soutenues par des politiques telles que le Pacte de l'automobile ainsi que d'autres qui ont toléré, ou même encouragé, l'exportation de ressources naturelles brutes ou peu transformées (« extraction et expédition »). De nombreuses entreprises canadiennes excellent en innovation dans l'organisation d'usines qui permettent de réduire les coûts tout en augmentant la qualité (p. ex. l'assemblage d'automobiles). Mais peu d'entre elles, mis à part de notables exceptions, se sont spécialisées à la fine pointe de la technologie (c.-à-d. le genre d'activité qui produit une forte intensité de DIRDE et exige beaucoup de titulaires de diplômes d'études supérieures en science et en génie). Il a été tout simplement plus facile et moins coûteux d'acquérir des États-Unis l'innovation nécessaire.

- **La taille du marché intérieur** — Les petits marchés ont tendance à moins soutenir l'innovation que les marchés de grande taille, parce que le faible potentiel de bénéfices justifie rarement les coûts et les risques liés à l'innovation. Dans le cas du Canada, cette situation est exacerbée par l'extraordinaire capacité concurrentielle des États-Unis, dont les entreprises canadiennes ont de la difficulté à percer le marché à l'échelle des consommateurs — c.-à-d. là où des stratégies d'affaires innovatrices sont généralement essentielles. Entre-temps, des préoccupations à propos de

la possible domination américaine de certaines industries au Canada, notamment les communications, les transports et l'agriculture, ont entraîné des politiques de protection qui ont réduit la concurrence, mais aussi la motivation à innover. Des exemples de petits pays innovateurs comme la Suisse et la Suède prouvent qu'un petit marché intérieur n'empêche pas nécessairement l'innovation. La clé est que ces pays sont de vigoureux compétiteurs sur les marchés mondiaux — ce qu'ils *ont dû* être. Par contre, de nombreux exportateurs canadiens se sont contentés du marché voisin des États-Unis et se sont satisfaits d'un rôle de filiale ou de fournisseur en amont, comme on l'a décrit au paragraphe précédent.

- **Le succès commercial des entreprises canadienne** — Plus important encore, le secteur canadien des entreprises a prospéré dans le créneau qu'il a choisi. Les ratios agrégés de rentabilité ont atteint ou dépassé ceux des États-Unis. Peu portées à modifier une formule gagnante, de nombreuses entreprises se sont installées dans une situation d'« équilibre à faible niveau d'innovation » qui conditionne leurs habitudes et leurs ambitions, et façonne la culture d'entreprise qui prédomine au Canada¹⁶. On ne doit donc pas s'attendre à ce que les entreprises canadiennes modifient leur comportement, à moins qu'il n'y ait d'abord un changement des conditions qui ont soutenu cet équilibre rentable à faible niveau d'innovation (voir l'encadré 3.4).

Comme le conclut le chapitre suivant, ces conditions ont déjà bien commencé à subir de profonds changements.

Encadré 3.4 *On recherche : petites catastrophes*¹⁷

« Le problème du Canada, c'est que la technologie et les innovations de sociétés mères, mais aussi d'autres sources étrangères facilement accessibles, ont été si aisément disponibles, et si attrayantes à court terme sur le plan économique, que cela a gravement nui à la croissance d'une capacité nationale technologique et d'innovation systématique de grande envergure. [...]

« L'absence du besoin de prendre des décisions risquées au Canada, et donc le manque d'expérience dans la prise de telles décisions, ont fait en sorte que les gestionnaires des entreprises manufacturières au Canada sont devenus inexpérimentés, timides et réticents en ce qui concerne la prise de risques. [...] Il nous manque avant tout l'initiative d'entreprendre que d'autres pays possèdent, non parce que leur peuple a plus de potentiel que les Canadiens, mais parce que leurs entreprises et leur économie ont dû développer des réactions plus vigoureuses aux conditions difficiles qui nous ont été épargnées. [...]

« La mise au point d'une technologie originale et la recherche sans relâche de nouveaux marchés ne sont pas apparues en Suède et dans d'autres pays semblables, ou même chez Northern Electric, parce que le gouvernement a fourni des incitatifs aux comportements voulus. Elles sont survenues à titre de réactions naturelles et instinctives de survie en réponse aux exigences du milieu.

« [...] Il n'est pas certain que des plans visant à stimuler la croissance d'une technologie nationale et de l'innovation, ou à faire en sorte que les entreprises s'attaquent vigoureusement à des marchés étrangers, puissent être couronnés de succès lorsqu'ils s'appliquent à des entreprises où la motivation d'agir ainsi n'a pas déjà émergé sous la force de leur exposition à des stimulus réels de l'environnement économique. Au Canada, il semble que nous ayons besoin de "petites catastrophes". »

16 Un membre du comité d'experts sur l'innovation dans les entreprises, qui a une longue expérience internationale, a résumé la chose en ces termes : « La plupart des gens d'affaires canadiens se comporteraient comme des fonds à revenu fixe plutôt que comme des investisseurs en capital de risque! »

17 Extrait traduit de Marquez (1972). M. Marquez était alors chef de l'exploitation de Northern Electric, devenue plus tard Nortel inc. Son point de vue, fondé sur son expérience concrète de la fine pointe de l'industrie de la technologie, et alimenté par la « catastrophe » qu'il avait vécue de perdre un accès privilégié à la technologie des Laboratoires Bell lorsque le monopole d'AT&T a été scindé, expose de manière particulièrement vivante les facteurs qui ont façonné et continuent de façonner le comportement des entreprises canadiennes en matière d'innovation.

Figure 3.8

Les six contextes de l'innovation

	Produits indépendants	Systèmes fermés	Produits fondés sur un environnement
MARCHÉS ÉMERGENTS Nouveaux produits proposés, parfois radicalement novateurs, suscitant de l'émulation et une intense concurrence Forte intensité de R-D – généralement de 20 à 35 % du chiffre d'affaires Présentes dans environ 10 % de l'économie, mais représentant environ 30 à 35 % de la croissance du PIB	Eureka!	Système entièrement nouveau	Guerre d'architectures
	Nouveau produit indépendant – p. ex. téléphone, médicament très populaire	Composante majeure d'un système – p. ex. SAP, moteur à réaction, MS-DOS	Nouveau système qui prend le dessus – p. ex. clavier QWERTY, Windows, Google, iPhone –, constituant un environnement auquel plusieurs modules (« applis ») peuvent se rattacher
	En général à base de S T, mais pas exclusivement (p. ex. Cirque du Soleil)	Souvent le résultat de la collaboration entre un inventeur (p. ex. Bill Gates) et un client exigeant (p. ex. IBM)	Facteurs de succès : création d'une coalition et effets de réseau (verrouillage), entraînant une concentration rapide
	Concurrence intense suscitant des améliorations rapides	Défi à relever : gestion de la relation avec le client (partenaire)	Capital de risque souvent essentiel pour le financement de démarrage des visionnaires
	Accent sur le développement des marchés et la gestion d'une croissance rapide		
	Consolidation alors que les gagnants émergent		
Environ 15 % de la croissance du PIB	Environ 5 % de la croissance du PIB	Environ 15 % de la croissance du PIB	
MARCHÉS MATURES Augmentation de la valeur grâce à l'innovation dans les produits et les procédés Intensité de R-D modérée – environ 3 à 6 % du chiffre d'affaires Présentes dans environ 90 % de l'économie, mais représentant environ 65 à 70 % de la croissance du PIB	Produits qui repoussent les limites		Personnalisation de masse
	Nouveaux et améliorés		
	Amélioration continue des produits et procédés. Souvent dans le secteur de la fabrication pour les marchés de consommateurs – exemples classiques de P&G et 3M	Clients très importants qui cherchent constamment à améliorer leurs produits et systèmes, et qui collaborent avec des experts et des fournisseurs – p. ex. gouvernements, banques, lignes aériennes, services publics, infrastructures civiles	Guerre des marques par l'innovation dans les systèmes et leurs éléments – p. ex. Wal-Mart, IKEA, Toyota, Google, Amazon
	Accent sur une innovation constante et progressive (systématique) pour diminuer les coûts et différencier les produits offerts	Accent sur l'amélioration des applications plutôt que sur l'innovation technologique en soi	Importance de l'amélioration continue de l'environnement technique et des produits
	Facteur crucial de succès : la gestion de projet	Gestion nécessaire de réseaux (mondiaux) de fournisseurs fiables	
Environ 30 % de la croissance du PIB	Environ 15 % de la croissance du PIB	Environ 20 % de la croissance du PIB	

Un regard sur l'avenir

Dans les années à venir, quatre grandes tendances semblent destinées à façonner le milieu concurrentiel dans lequel évolueront les entreprises canadiennes, et aussi les défis que les gouvernements devront relever en matière de politiques.

Premièrement, la baisse du taux de croissance aux États-Unis et dans d'autres pays développés, ainsi que le déplacement du poids économique et de la vitalité concurrentielle vers les marchés émergents, notamment en Asie, ont pour effet de modifier les possibilités d'exportation (et la concurrence des importations) dans des domaines où le Canada a toujours joui d'un net avantage géographique et culturel. Même si son économie dépend fortement des exportations, le Canada est moins une nation commerçante qu'un partenaire secondaire dans un ensemble de réseaux de valeur ajoutée fortement intégrés en Amérique du Nord. Les entreprises canadiennes devront apporter des ajustements majeurs à leur attitude et à leurs stratégies.

Deuxièmement, la demande mondiale de ressources naturelles, en particulier dans le domaine de l'énergie, demeurera forte, tirée vers le haut par une tendance au développement. Cela entraîne déjà des défis environnementaux de plus en plus grands et une volatilité des prix. Ces facteurs déstabilisants se traduiront dans le monde entier par des priorités de recherche visant le développement de ressources nouvelles ou de remplacement, ce qui ajoutera au contexte d'incertitude. Le Canada se situera à l'épicentre de cette évolution, et les entreprises canadiennes œuvrant dans le domaine des ressources naturelles devront devenir des chefs de file en matière d'innovation.

Troisièmement, les révolutions scientifiques et techniques dans les TIC et dans des domaines comme la génomique et les nanotechnologies, en sont encore à leur début et finiront par toucher tous les aspects de la vie économique et sociale. Les TIC accélèrent le rythme des changements économiques et continueront de bousculer les modèles d'affaires (y compris, par exemple, l'enseignement postsecondaire). Pour demeurer concurrentielles, les entreprises canadiennes devront être à l'avant-garde des TIC et autres technologies habilitantes. Elles ne le sont pas à l'heure actuelle.

Enfin, le vieillissement de la population, en diminuant la proportion de la population en âge de travailler, agira dans

le sens contraire des pertes d'emploi découlant des TIC. La tendance démographique évoluera vers des pénuries de travailleurs qui gonfleront les coûts de main-d'œuvre. La croissance de la productivité et l'innovation nécessaire pour y parvenir en seront d'autant plus précieuses. Comme il faut beaucoup de temps pour bâtir un capital humain, il faudra agir par anticipation.

Ces grandes tendances changent les règles du jeu, et la plupart des entreprises canadiennes y sont mal préparées, habituées qu'elles sont depuis plus d'un siècle à une intégration rentable, sûre et relativement confortable avec les États-Unis. Beaucoup d'entreprises qui se situent à la fine pointe de la concurrence mondiale sont déjà bien au courant des défis qui se pointent à l'horizon. D'autres en ont vaguement connaissance, mais n'ont pas encore acquis la conviction nécessaire pour motiver un changement significatif de stratégie. Mais tout cela s'en vient — et rapidement.

Si l'on regarde vers l'avenir, le défi fondamental du Canada est de transformer son économie fondée sur les ressources naturelles en une économie offrant, sur des marchés beaucoup plus nombreux, une variété accrue de biens et services. Ce nouveau contexte oblige les entreprises à innover en matière de produits et de commercialisation, et non uniquement compter avec les faibles coûts d'une production standardisée, pour demeurer concurrentielles. Et si davantage d'entreprises canadiennes, par pure nécessité, élaborent des stratégies centrées sur l'innovation, elles créeront une « pression de demande » beaucoup plus forte sur les grandes capacités du Canada en S T. C'est pourquoi les gouvernements doivent continuer de fournir le soutien nécessaire pour maintenir l'excellence en recherche du Canada ainsi qu'une demande de compétence de pointe et d'idées correspondant à l'offre.

Dans ce nouveau contexte, les principaux objectifs d'une politique de l'innovation sont les suivants :

- créer ou amplifier les signaux du marché (p. ex. réglementation, politiques d'approvisionnement) qui inciteront les entreprises à adopter des stratégies centrées sur l'innovation;
- améliorer la capacité de l'écosystème de l'innovation à soutenir l'innovation au sein des entreprises, principalement en coordonnant et en renforçant les liens entre institutions, domaines politiques et autorités gouvernementales.

Encadré 4.1 Contributions du CAC à la compréhension de la S-T et de l'innovation au Canada

Le Conseil des académies canadiennes ne fait pas de recherche originale, mis à part quelques enquêtes et des analyses inédites de données. La valeur principale des évaluations de la S-T et de l'innovation effectuées par le CAC réside dans une communication à un vaste public, y compris des décideurs de haut niveau, ainsi que dans des recherches et d'autres travaux techniques évalués et synthétisés par des comités d'experts pluridisciplinaires, qui vérifient scrupuleusement les sources primaires de données. Dans cet esprit, voici quelques contributions notables du CAC à une compréhension plus large et approfondie de la S-T et de l'innovation au Canada :

- une évaluation des atouts en S-T (selon plusieurs dimensions) dans une grande variété de disciplines, à partir de données bibliométriques de pointe, ainsi que d'enquêtes originales auprès d'experts canadiens et étrangers;
- l'établissement de liens quantitatifs entre la faible croissance de la productivité au Canada et le peu d'innovation en entreprise, en mettant l'accent sur la PMF à titre de meilleur indicateur d'innovation en matière d'application de la technologie, d'efficacité de gestion et d'organisation industrielle;
- un compte rendu par secteur de la performance des entreprises canadiennes en R-D, y compris les facteurs (de structure et d'intensité) responsables de l'écart persistant par rapport aux États-Unis ainsi que de la forte baisse de l'intensité de R-D au Canada depuis 2001;
- une insistance sur les investissements exceptionnellement faibles des entreprises canadiennes dans les TIC (notamment par rapport aux États-Unis) et des conséquences de cet état de fait sur l'innovation et sur la croissance de la productivité, ainsi qu'une proposition qui a plus tard influencé le Programme pilote d'adoption de la technologie numérique (PPATN) mis sur pied par le gouvernement;
- une perspective historique sur les facteurs qui ont profondément influencé le comportement des entreprises canadiennes en matière d'innovation;
- une proposition de conception plus large de l'innovation dans les entreprises, en tenant compte des limites inhérentes à une insistance sur la R-D et en décrivant un nouveau paradigme centré sur les entreprises, qui met en relief l'écosystème de l'innovation et les facteurs clés qui influencent la décision d'une entreprise de mettre l'innovation au centre de sa stratégie d'affaires.

Les travaux du CAC résumés ici indiquent que le cadre conceptuel régissant les politiques d'innovation doit passer d'un système reposant sur *l'offre de R-D* à une nouvelle perspective de *demande* centrée sur les entreprises, l'écosystème de l'innovation et les facteurs qui déterminent le choix d'une stratégie d'affaires.

En résumé :

- les décideurs et les observateurs doivent reconnaître que le problème de l'innovation au Canada est aussi ancien que le pays lui-même;
- si les entreprises canadiennes ne sont pas devenues plus innovatrices, c'est parce qu'elles n'en ont pas eu besoin pour être prospères;
- maintenant que les circonstances deviennent radicalement différentes de celles qui ont façonné depuis plus d'un siècle la culture et les comportements stratégiques des entreprises canadiennes, celles-ci doivent adopter des stratégies centrées sur l'innovation pour pouvoir demeurer concurrentielles et survivre;
- cela crée des conditions favorables pour que des politiques publiques de soutien à l'innovation dans les entreprises soient plus efficaces que dans le passé, parce que les objectifs de ces politiques correspondront enfin aux motivations des entreprises.

RÉFÉRENCES

- Baldwin *et al.*, 2012 – BALDWIN, J.R., W. GU et R. MACDONALD. *Immobilisations incorporelles et croissance de la productivité au Canada*, Ottawa, ON, Statistique Canada.
- Baldwin et Gu, 2013 – BALDWIN, J.R., et W. GU. *Mesure de la productivité multifactorielle à Statistique Canada*, Ottawa, ON, Statistique Canada.
- CAC, 2006 – CONSEIL DES ACADÉMIES CANADIENNES. *L'État de la science et de la technologie au Canada*, Ottawa, ON, Comité d'experts sur l'état de la science et de la technologie au Canada, CAC.
- CAC, 2009 – CONSEIL DES ACADÉMIES CANADIENNES. *Innovation et stratégies d'entreprise : pourquoi le Canada n'est pas à la hauteur*, Ottawa, ON, Comité d'experts sur l'innovation dans les entreprises, CAC.
- CAC, 2010 – CONSEIL DES ACADÉMIES CANADIENNES. *Catalyser l'économie numérique du Canada – Une réponse à une consultation publique menée sur l'économie numérique du Canada*, Ottawa, ON, Comité d'experts sur les technologies numériques et l'innovation, CAC.
- CAC, 2012a – CONSEIL DES ACADÉMIES CANADIENNES. *L'état de la science et de la technologie au Canada, 2012*, Ottawa, ON, Comité d'experts sur l'état de la science et de la technologie au Canada, CAC.
- CAC, 2012b – CONSEIL DES ACADÉMIES CANADIENNES. *Éclairer les choix en matière de recherche : Indicateurs et décisions*, Ottawa, ON, Comité d'experts sur le rendement scientifique et le financement de la recherche, CAC.
- CAC, 2013a – CONSEIL DES ACADÉMIES CANADIENNES. *L'état de la R-D industrielle au Canada*, Ottawa, ON, Comité d'experts sur l'état de la R-D industrielle au Canada, CAC.
- CAC, 2013b – CONSEIL DES ACADÉMIES CANADIENNES. *Incidences de l'innovation : mesure et évaluation*, Ottawa, ON, Comité d'experts sur les incidences socio-économiques des investissements dans l'innovation, CAC.
- Comité spécial du Sénat sur la politique scientifique, 1970 – COMITÉ SPÉCIAL DU SÉNAT SUR LA POLITIQUE SCIENTIFIQUE. *Une politique scientifique canadienne*, vol. 1, Ottawa, ON, Information Canada.
- CSLS, 2013 – CENTRE D'ÉTUDE DES NIVEAUX DE VIE. *Aggregate Income and Productivity Trends: Canada vs United States*. Adresse URL : <http://www.csls.ca/data/ipt1.asp> (dernière consultation : juillet 2013).
- Diewert et Yu, 2012 – DIEWERT, W.E., et E. YU. « New estimates of real income and multifactor productivity growth for the Canadian business sector, 1961-2011 », *International Productivity Monitor*, vol. 24, p. 27-48.
- Industrie Canada, 2011 – INDUSTRIE CANADA. *Innovation Canada : Le pouvoir d'agir*, Ottawa, ON, Groupe d'experts indépendants chargé d'examiner le soutien fédéral de la recherche et du développement.
- Krugman, 1990 – KRUGMAN, P. *The Age of Diminished Expectations: U.S. Economic Policy in the 1990s*, Cambridge, MA, MIT Press.
- Lynch, 2012 – LYNCH, K. *Are Science and Technology Up to the Task of Shaping Canada @150?*, Ottawa, ON, Killam Trusts 2012 Annual Lecture.

Marquez, 1972 – MARQUEZ, V.O. « Building an innovative organization - Wanted: Small catastrophes », *Business Quarterly*, vol. 37, n° 4, p. 40-47.

Miller et Côté, 2012 – MILLER, R., et M. CÔTÉ. *Innovation Reinvented: Six Games That Drive Growth*, Toronto, ON, Presses de l'Université de Toronto.

OCDE, 2013 – ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES. *Base de données des principaux indicateurs de la science et de la technologie*, Paris, France, OCDE.

OCDE et Eurostat, 2005 – ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES. *Manuel d'Oslo – Principes directeurs pour le recueil et l'interprétation des données sur l'innovation*, 3^e édition, Paris, France, OCDE.

Sharpe et Rai, 2013 – SHARPE, A., et V. RAI. *Can the Canada-US ICT Investment Gap be a Measurement Issue?*, vol. 2013-03, Ottawa, ON, Centre d'étude des niveaux de vie.