L'état des lieux en 2014

Le système des sciences, de la technologie et de l'innovation au Canada

Défis et occasions en matière d'innovation au Canada

Conseil des sciences, de la technologie et de l'innovation

Conseil consultatif du gouvernement du Canada

Autorisation de reproduction

À moins d'indication contraire, l'information contenue dans cette publication peut être reproduite, en tout ou en partie et par quelque moyen que ce soit, sans frais et sans autre permission du Conseil des sciences, de la technologie et de l'innovation, pourvu qu'une diligence raisonnable soit exercée afin d'assurer l'exactitude de l'information reproduite, que le Conseil des sciences, de la technologie et de l'innovation (CSTI) soit mentionné comme organisme source et que la reproduction ne soit présentée ni comme une version officielle ni comme une copie ayant été faite en collaboration avec le CSTI ou avec son consentement.

© 2015, Conseil des sciences, de la technologie et de l'innovation.

L'état des lieux en 2014
Le système des sciences, de la technologie et de l'innovation au Canada : Défis et occasions en matière d'innovation au Canada
Tous droits réservés.

Also available in English under the title *State of the Nation 2014 – Canada's Science, Technology and Innovation System: Canada's Innovation Challenges and Opportunities*

Le présent rapport est également affiché sur Internet à l'adresse suivante : www.csti-stic.ca.

Le présent rapport est disponible sur supports accessibles, sur demande. Veuillez vous adresser au Secrétariat du Conseil des sciences, de la technologie et de l'innovation en appelant le numéro ci-après.

Pour obtenir l'autorisation de reproduire l'information contenue dans cette publication à des fins commerciales ou pour obtenir d'autres exemplaires, veuillez vous adresser au :

Secrétariat du Conseil des sciences, de la technologie et de l'innovation
235, rue Queen
9e étage
Ottawa (Ontario) K1A 0H5

Téléphone : 343-291-2362
Télécopieur : 613-952-0459
Site Web : www.csti-stic.ca
Courriel : info@csti-stic.ca

Nº de catalogue Iu191-1/2014F-PDF

Imprimé au Canada
Printed in Canada

Papier recyclé

L'état des lieux en 2014

Le système des sciences, de la technologie et de l'innovation au Canada

Défis et occasions en matière d'innovation au Canada

Conseil des sciences, de la technologie et de l'innovation

Conseil consultatif du gouvernement du Canada

Conseil des sciences, de la technologie et de l'innovation : Mandat et membres

Le **Conseil des sciences, de la technologie et de l'innovation (CSTI)** a été créé en 2007 afin de fournir au gouvernement du Canada des conseils stratégiques externes sur les questions touchant les sciences, la technologie et l'innovation (STI). Le Conseil a un double mandat : donner au gouvernement des conseils confidentiels sur les enjeux stratégiques en STI essentiels au développement économique et au bien-être de la société, et produire régulièrement des rapports publics intitulés *L'état des lieux*, qui mesurent le rendement du Canada en STI quant aux normes d'excellence internationales.

Le Conseil aimerait adresser ses sincères remerciements à Howard Alper, ancien président, et à Harvey Weingarten, président et directeur général du Conseil ontarien de la qualité de l'enseignement supérieur, pour leur contribution inestimable à *L'état des lieux en 2014*.

Membres du Conseil des sciences, de la technologie et de l'innovation

Nom	Titre
Elizabeth Cannon	Présidente et rectrice, Université de Calgary
Amit Chakma	Président, Université Western Ontario
Sophie Forest	Partenaire en gestion, Brightspark Ventures
Suzanne Fortier	Présidente et rectrice, Université McGill
Donna Garbutt	Directrice générale, Maxxam Analytics Inc.
Arvind Gupta	Professeur, Département d'informatique, Université de la Colombie-Britannique
Monique Haakensen	Présidente et scientifique principale, Contango Strategies Ltd
Chil-Yong Kang	Virologiste moléculaire et professeur en virologie, Université Western Ontario
Maureen Kempston Darkes	Vice-présidente du groupe General Motors Corporation (retraitée); ancienne présidente et directrice générale de General Motors du Canada Limitée
Simon Kennedy	Sous-ministre, Santé Canada
Kenneth Knox	Président, Conseil des sciences, de la technologie et de l'innovation
John Knubley	Sous-ministre, Innovation, science et développement économique
Raymond Laflamme	Directeur, Institute for Quantum Computing, Université de Waterloo
Joy P. Romero	Vice-présidente, Technologie et innovation, Canadian Natural Resources Limited
Jacquelyn Thayer Scott	Professeure en gestion organisationnelle et ancienne présidente, Université du Cap-Breton
Ilse Treurnicht	Directrice générale, MaRS Discovery District
Peter van der Gracht	Président, Wavefront
Nancy Venneman	Présidente et fondatrice, Altitude Aerospace Inc.
Annette Verschuren	Présidente et directrice générale, NRStor Inc.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ **1**

CHAPITRE 1 : PORTRAIT DE LA SITUATION **5**

L'écosystème des sciences, de la technologie et de l'innovation 6

Gouvernements fédéral et provinciaux 6

Établissements d'enseignement supérieur 6

Secteur privé 7

Analyse comparative du rendement du Canada 7

CHAPITRE 2 : UN SECTEUR PRIVÉ INNOVANT **9**

Investissement des entreprises dans la recherche-développement et d'autres actifs cognitifs 10

Dépenses intra-muros de recherche-développement du secteur des entreprises 10

Investissement dans les technologies de l'information et des communications 12

Investissement des entreprises dans les talents 14

Environnement de financement de l'innovation des entreprises 16

Introduction d'innovations ayant trait aux produits et aux procédés 18

Rendement au chapitre de l'innovation et compétitivité mondiale du Canada 19

Productivité 19

Part de marché à l'exportation 20

Conclusion 20

CHAPITRE 3 : DES CONNAISSANCES DE HAUT NIVEAU **21**

Investissements dans la production de connaissances 22

Dépenses intérieures brutes en recherche et développement 22

Dépenses intra-muros de recherche-développement du secteur de l'enseignement supérieur 24

Investissements en recherche-développement pour l'établissement d'une masse critique 25

Fonds consacrés par les organismes subventionnaires aux priorités et sous-priorités de recherche 27

Compétitivité des recherches et des établissements d'enseignement supérieur 28

Classements universitaires mondiaux 28

Indicateurs bibliométriques d'incidence 29

Transfert des connaissances 31

Publications conjointes intersectorielles 31

Octroi de licences d'utilisation de technologies 32

Conclusion 32

CHAPITRE 4 : DES PERSONNES TALENTUEUSES 33

Personnes talentueuses possédant les connaissances et les compétences nécessaires 33

Les connaissances nécessaires 34

Les compétences nécessaires 37

Une solide formation 38

Personnes talentueuses branchées sur le monde 39

Étudiants étrangers 40

Immigration 40

Publications conjointes internationales 40

Conclusion 40

CHAPITRE 5 : CONCLUSION – BÂTIR L'AVENIR DU CANADA GRÂCE AUX SCIENCES, À LA TECHNOLOGIE ET À L'INNOVATION 41

Stratégie d'avenir 42

Innovation des entreprises 42

Connaissances et talents 43

Conclusion 44

ANNEXE 1 : INTRODUCTION – DÉFINIR LES BALISES 45

Résumé et comparaison des indicateurs 45

Concepts et méthodologie 52

ANNEXE 2 : UN SECTEUR PRIVÉ INNOVANT 53

Dépenses intérieures brutes de recherche-développement du secteur des entreprises (DIRDE) et intensité des DIRDE au Canada 53

Innovation portant sur des produits et des procédés au Canada, par industrie 55

Comparaison internationale de la variation de la productivité totale des facteurs 57

Comparaison internationale de la part de marché à l'exportation dans les industries de recherche-développement 58

ANNEXE 3 : DES CONNAISSANCES DE HAUT NIVEAU 59

Sources de financement de la recherche-développement au Canada 59

Dépenses de recherche-développement dans le secteur de l'enseignement supérieur 60

Domaines de recherche prioritaires au gouvernement du Canada 61

ANNEXE 4 : DES PERSONNES TALENTUEUSES 63

Programme pour l'évaluation internationale des compétences des adultes (PEICA) 63

Programme international pour le suivi des acquis des élèves (PISA) 67

RÉSUMÉ

Aperçu

Les sciences, la technologie et l'innovation (STI) assurent la prospérité économique et favorisent les progrès qui améliorent le bien-être de la société. La réussite au sein de l'économie mondiale du savoir repose sur un avantage concurrentiel durable en STI.

Malgré des efforts continus visant à améliorer le retard du Canada au chapitre de l'innovation des entreprises, la situation ne s'est pas redressée. Le Canada a perdu du terrain par rapport à ses concurrents mondiaux en ce qui a trait aux indicateurs de rendement clés, perte qui se reflète le plus dans les investissements du secteur privé en recherche et développement (R-D). L'intensité des dépenses intra-muros de R-D du secteur des entreprises (DIRDE) du Canada, à savoir les DIRDE comme pourcentage du produit intérieur brut, a diminué davantage de 2006 à 2013, au point que le Canada venait au 26e rang mondial et se situait à 36 % du seuil des cinq pays en tête du classement. L'enjeu majeur du Canada dans le secteur des STI est l'augmentation du nombre d'entreprises qui utilisent et gèrent l'innovation comme stratégie de compétitivité et de croissance.

Si le Canada maintient de solides bases quant à la qualité des connaissances qu'il produit et à la formation de sa population, il ne doit pas faire preuve de complaisance. Pour maintenir et rehausser son niveau d'excellence, le pays doit investir au même rythme que ses concurrents.

C'est aux acteurs de l'écosystème des STI que revient la responsabilité d'améliorer le faible rendement du Canada en innovation des entreprises et de renforcer ses avantages dans les domaines des connaissances et des talents. Pour y arriver, ils doivent travailler ensemble et autrement en suivant une approche systémique axée sur la collaboration, l'intégration et l'investissement stratégique. Voici ce que le Conseil des sciences, de la technologie et de l'innovation (CSTI) recommande au Canada afin qu'il puisse combler ses lacunes et miser sur ses forces :

- réduire l'écart quant à l'investissement des entreprises dans l'innovation;
- rétablir l'équilibre entre le financement public direct et indirect de la R-D des entreprises, de façon à offrir un meilleur soutien direct pour les projets de R-D qui comportent des risques et des avantages élevés;
- encourager la prise de risques et la recherche du succès;
- élever les niveaux de dépenses intra-muros de R-D du secteur de l'enseignement supérieur (DIRDES) pour suivre le rythme des autres pays dans le financement de l'infrastructure intellectuelle;
- investir de façon stratégique, en consacrant davantage de fonds publics à l'établissement d'une masse critique concurrentielle sur le plan mondial dans des domaines ciblés.

L'excellence en sciences, technologie et innovation (STI) est essentielle à la richesse et au bien-être du Canada. Grâce aux STI, les entreprises améliorent leur productivité et leur compétitivité et transforment leurs idées et inventions en de nouveaux produits et services qui alimentent les marchés. L'accroissement de la rentabilité par l'innovation leur permet de créer des emplois de qualité pour les Canadiens et de contribuer à l'augmentation de la richesse nationale. Parallèlement, les progrès en STI apportent des solutions aux perpétuels enjeux de société, que ce soit les soins de santé, l'environnement, la faim ou la pauvreté.

Le gouvernement du Canada a demandé au Conseil des sciences, de la technologie et de l'innovation (CSTI) d'évaluer régulièrement le rendement du Canada en STI par rapport aux pays concurrents et de produire des rapports à ce sujet. Dans son quatrième rapport *L'état des lieux*, le CSTI s'appuie sur ses travaux réalisés depuis le premier rapport, paru en 2008, pour analyser le rendement et les progrès du Canada en STI. Surtout, *L'état des lieux en 2014* décrit la voie à suivre pour faire du Canada un chef de file mondial en STI.

Comme dans les versions précédentes, *L'état des lieux en 2014* cherche à faire comprendre qu'un écosystème des STI dynamique s'appuie sur trois piliers : i) des talents compétents et créatifs, ii) des connaissances de haut niveau et iii) un secteur privé innovant. Les personnes talentueuses génèrent et améliorent les connaissances. Un secteur privé innovant convertit les connaissances en de nouveaux produits et procédés qui créent de la richesse. *L'état des lieux en 2014* évalue le rendement du Canada en STI en examinant les facteurs qui favorisent la réussite et définissent le leadership pour chacun de ces trois piliers. Pour chaque facteur, des indicateurs acceptés à l'échelle mondiale servent à comparer le rendement du Canada avec celui des pays concurrents. Conformément à la pratique introduite dans *L'état des lieux en 2012*, l'analyse indique les cinq pays en tête du classement pour chaque indicateur ainsi que le seuil que doit atteindre le Canada pour s'y classer.

Le rapport sur le rendement

La conclusion centrale de *L'état des lieux en 2014* est troublante : malgré des efforts continus visant à améliorer le retard du Canada sur le plan de l'innovation des entreprises, la situation ne s'est pas redressée. Le Canada a perdu davantage de terrain par rapport aux pays de comparaison en ce qui a trait aux indicateurs de rendement en innovation des entreprises, et l'écart avec les cinq pays en tête du classement s'est creusé.

L'innovation des entreprises privées est soutenue par les investissements dans la recherche-développement (R-D) et dans d'autres actifs cognitifs, y compris les talents et les technologies de l'information et des communications (TIC). Le secteur privé canadien n'investit plus dans ces actifs à un niveau qui soutient la concurrence mondiale. En plus de la baisse des investissements des entreprises dans la R-D, il est particulièrement inquiétant de voir que l'intensité des dépenses intra-muros de R-D du secteur des entreprises (DIRDE) du Canada, à savoir les DIRDE comme pourcentage du produit intérieur brut (PIB), a diminué de 2006 à 2013, au point que le Canada venait au 26e rang mondial et se situait à seulement 36 % du seuil des cinq pays en tête du classement. En outre, le Canada se situait au milieu du peloton quant à l'intensité des investissements dans les TIC, c'est-à-dire les investissements dans les TIC en pourcentage du PIB. En parallèle, la part de talents en STI dans le secteur privé était faible au Canada, qui se classait au 15e rang en 2012 et se situait à 66 % du seuil des cinq pays en tête du classement en ce qui a trait aux chercheurs dans l'industrie. Il s'agit d'une baisse considérable par rapport à sa 7e position en 2006.

Sur une note positive, les données montrent que les petites et moyennes entreprises (PME) canadiennes étaient à l'avant-plan sur la scène mondiale dans l'introduction d'innovations relatives à des produits et des procédés, plaçant le Canada au 4e rang pour cette mesure. Cependant, les grandes entreprises accusaient un retard par rapport à leurs concurrentes mondiales, plaçant le Canada au 19e rang dans cette catégorie. Enfin, le Canada a continué de traîner de la patte pour ce qui est de l'équilibre entre le financement direct et indirect.

Même si le Canada avait pris du retard en innovation des entreprises, il a su maintenir une solide base de connaissances et de talents. Le Canada a préservé son excellente qualité de production de connaissances : ses universités étaient compétitives dans le deuxième tiers des pays au classement mondial, il s'est bâti une renommée en accueillant des chercheurs de pointe, et le nombre de citations d'articles de recherche canadiens (indice d'impact relatif) était encore supérieur à la moyenne mondiale.

La base de talents du Canada constituait toujours un atout : en 2012, il était aux premiers rangs des pays de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) pour la proportion de la population détenant un diplôme d'enseignement post-secondaire (en grande partie grâce au rôle des collèges dans le système d'éducation du Canada). Bien que le classement du Canada selon le Programme international pour le suivi des acquis des élèves (PISA) ait légèrement glissé, les Canadiens de 15 ans ont continué d'obtenir de bons résultats en compréhension de l'écrit, en mathématiques et en sciences. En 2013, les résultats des adultes canadiens étaient légèrement inférieurs à ceux des adultes des cinq pays en tête du classement en littératie, en numératie et en

résolution de problèmes dans un environnement hautement technologique. Malgré un rendement inférieur à celui de ses concurrents, le Canada a doublé le nombre de doctorats décernés en sciences et en génie (par 100 000 habitants) de 2006 à 2012, passant de la 19e à la 17e place au classement mondial. Se situant à 69 % du seuil des cinq pays en tête du classement (comparativement à 41 %), il a nettement amélioré son rendement quant à cet indicateur.

Cependant, en ce qui a trait aux indicateurs de financement de la R-D, le classement relatif du Canada (c'est-à-dire sa compétitivité) semblait diminuer. De 2008 à 2013, le financement total des activités de R-D du Canada (soit les dépenses intérieures brutes en R-D ou DIRD) est demeuré essentiellement inchangé, alors que les autres pays ont augmenté leur financement. Le Canada est passé du 16e rang au 24e rang mondial pour l'intensité des DIRD (soit les DIRD en pourcentage du PIB) qui a diminué durant cette période. Bien que les dépenses intra-muros de recherche-développement du secteur de l'enseignement supérieur (DIRDES) du Canada aient augmenté au fil du temps, sa compétitivité sur le plan de l'intensité des DIRDES (soit les DIRDES en pourcentage du PIB) a diminué; il est donc passé de la 3e position en 2006 à la 8e en 2013, alors que les autres pays ont augmenté encore plus leurs dépenses.

Stratégie d'avenir

Il est essentiel pour l'avenir du Canada de combler l'écart de rendement en innovation des entreprises. Le Canada doit augmenter le nombre d'entreprises qui utilisent et gèrent l'innovation comme stratégie de compétitivité et de croissance. Parallèlement, il ne peut se contenter de ses avantages en ce qui touche les connaissances et les talents. Le Canada doit maintenir la cadence des autres pays ayant augmenté leur financement de la R-D à un rythme plus élevé.

Tous les acteurs des STI ont leur rôle à jouer dans l'amélioration du mauvais rendement du Canada en innovation des entreprises et dans le renforcement de ses avantages dans le domaine des connaissances et des talents. Bien que, pour réussir et arriver à opérer un changement, tous les acteurs doivent viser l'excellence dans leurs domaines respectifs, ils doivent aussi collaborer étroitement, sur le modèle d'un « système ».

Pour s'attaquer aux défis du rendement du Canada quant aux STI et tirer parti de ses forces, le Conseil des sciences, de la technologie et de l'innovation recommande au Canada de :

Réduire l'écart pour ce qui est de l'investissement des entreprises dans l'innovation

Les dépenses des entreprises en R-D sont les plus étroitement liées à l'innovation ayant trait aux produits et aux procédés. Le secteur privé canadien se doit donc d'accroître considérablement ses investissements en R-D. Une grande industrie des ressources naturelles n'est pas un obstacle à l'augmentation de l'intensité des DIRDE. En effet, compte tenu de l'importance stratégique de son industrie des ressources naturelles, le Canada devrait être un chef de file en STI dans ce secteur. La hausse des dépenses en R-D doit être accompagnée d'une augmentation des investissements dans d'autres actifs cognitifs, notamment les talents et les technologies de l'information et des communications (TIC).

Rétablir l'équilibre entre le financement public direct et indirect de la R-D des entreprises

Les gouvernements jouent un rôle important dans le soutien et la stimulation de l'innovation des entreprises. Bien que le financement direct de la R-D soit aussi important que le financement indirect, les données montrent que le Canada se fie davantage au soutien indirect que les autres pays. Les administrations du Canada doivent rétablir cet équilibre afin d'offrir un meilleur soutien direct pour les projets de R-D qui comportent des risques et des avantages élevés, notamment dans les industries de grande valeur pour l'économie canadienne. Leur démarche doit être stratégique et axée sur la promotion de l'innovation dans les grandes entreprises et les PME à forte croissance ayant le potentiel de devenir des acteurs de premier plan. Le Canada doit augmenter le nombre de grandes entreprises innovantes en vue de favoriser la compétitivité et la croissance de l'emploi, puisque ces dernières sont souvent plus productives et qu'elles ont tendance à investir et à exporter davantage que les plus petites entreprises.

Encourager la prise de risques et la recherche du succès

L'adoption de l'innovation comme stratégie de compétitivité et de croissance exige des entreprises qu'elles soient moins prudentes et plus ambitieuses. L'industrie du capital de risque du Canada peut contribuer à cet objectif en appuyant de façon plus active les entreprises canadiennes à potentiel élevé qui ont des idées novatrices et en les encadrant dans le processus d'innovation. Pour pouvoir encourager l'innovation des entreprises, les gouvernements doivent eux-mêmes être plus innovateurs, notamment dans leurs pratiques d'approvisionnement, où une culture axée sur la prise de risques calculés pourrait aider à stimuler l'innovation portant sur les produits et procédés dans les entreprises. Pour leur part, les établissements d'enseignement doivent collaborer plus étroitement avec l'industrie afin d'élaborer des programmes qui intègrent les connaissances scientifiques et technologiques à un ensemble plus large de compétences en affaires, en entrepreneuriat et en commercialisation et qui favorisent la créativité, la prise de risques calculés et la recherche du succès.

Élever les niveaux de DIRDES

Les investissements en R-D et en talents dans le secteur de l'enseignement supérieur aident à établir une bonne base de connaissances pour tous les secteurs de l'écosystème des STI du Canada. Bien que les niveaux de financement fédéral et provincial associés aux DIRDES aient continué d'augmenter, cette hausse ne suffit pas à maintenir le rythme des autres pays qui y consacrent plus de ressources plus rapidement. Les administrations canadiennes doivent renouveler leur engagement à investir dans une infrastructure intellectuelle dont le pays a besoin pour demeurer compétitif dans l'économie du savoir.

Investir de façon stratégique

Pour améliorer le rendement du Canada en STI, il faut investir *différemment*, d'une manière plus stratégique et cohérente qui maximisera les retombées des investissements pour l'écosystème des STI. En d'autres termes, le Canada doit cibler les investissements afin d'offrir des perspectives et des avantages compétitifs à l'échelle mondiale dans les secteurs clés de ses forces et de ses possibilités, ces deux éléments étant primordiaux. Il faut aussi intégrer les organisations, les activités et les mécanismes de financement à l'écosystème des STI. Chaque administration canadienne doit s'assurer que ses programmes de soutien de l'innovation sont conçus pour se renforcer mutuellement et se compléter, tout en permettant et en encourageant la collaboration au sein de l'écosystème de l'innovation. Chaque établissement d'enseignement supérieur doit planifier de façon stratégique, à l'aide de programmes gouvernementaux, le renforcement de sa capacité dans les domaines où un changement significatif est possible.

Conclusion

Un écosystème des STI solide et dynamique est essentiel à la prospérité économique du Canada et à la qualité de vie élevée de ses citoyens. Le mauvais rendement du Canada en innovation des entreprises menace sa compétitivité mondiale. Sa base de connaissances et de talents demeure solide, mais les sommes investies pour maintenir ces actifs diminuent. Tous les acteurs des STI ont leur rôle à jouer dans l'amélioration du mauvais rendement du Canada en innovation des entreprises et dans le renforcement de ses avantages en ce qui touche les connaissances et les talents. La mise en œuvre d'un changement est exigeante et compliquée, mais elle est manifestement urgente. Seule une action concertée permettrait au Canada de connaître le succès en STI qu'il lui faut pour assurer son avenir. Le CSTI croit que le Canada doit et peut relever le défi.

CHAPITRE 1 : PORTRAIT DE LA SITUATION

1

La bonne qualité de vie des Canadiens dépend de la capacité du pays à demeurer compétitif dans l'économie mondiale du savoir. Dans un monde où les connaissances, la technologie et leur application créative favorisent la compétitivité, il faut établir un écosystème des sciences, de la technologie et de l'innovation (STI) dynamique. Les STI contribuent directement et grandement à l'économie canadienne. Grâce aux STI, les entreprises élaborent et mettent en œuvre de nouveaux procédés qui améliorent leur productivité et leur compétitivité et transforment leurs idées et innovations en de nouveaux produits et services qui alimentent les marchés. L'accroissement de la rentabilité par l'innovation leur permet de créer des emplois de qualité pour les Canadiens et de contribuer à l'augmentation de la richesse nationale, qui assure le financement public de l'éducation, de la santé, des infrastructures et des programmes sociaux.

De plus, les STI influent directement et profondément sur le bien-être général des Canadiens. Dans le domaine des soins de santé, par exemple, des techniques de diagnostic, des traitements et des médicaments nouveaux et améliorés aident à lutter contre les maladies chroniques et infectieuses et améliorent la médecine préventive. Les progrès en technologies environnementales permettent de protéger la planète tout en assurant l'exploitation responsable des ressources naturelles. Les nouvelles techniques agricoles améliorent le rendement des cultures en introduisant des pratiques durables, et une nouvelle compréhension des causes profondes de la pauvreté aide à rehausser les niveaux de vie.

Compte tenu de l'importance capitale des STI pour la richesse et le bien-être des Canadiens, le gouvernement du Canada a demandé au Conseil des sciences, de la technologie et de l'innovation (CSTI) d'évaluer régulièrement le rendement du Canada en STI par rapport aux pays concurrents et de produire des rapports à ce sujet. Dans son quatrième rapport *L'état des lieux*, le CSTI s'appuie sur ses travaux réalisés depuis le premier rapport, paru en 2008, pour analyser le rendement et les progrès du Canada en STI pour ce qui est de l'innovation des entreprises, des connaissances et des talents.

La conclusion centrale de *L'état des lieux en 2014* est troublante : malgré des efforts continus visant à améliorer le retard du Canada sur le plan de l'innovation des entreprises, la situation ne s'est pas redressée. Le Canada perd davantage de terrain par rapport aux pays de comparaison en ce qui a trait aux mesures de rendement en innovation des entreprises, et l'écart avec les cinq pays en tête du classement se creuse. Il est essentiel pour l'avenir du Canada de combler cet écart de rendement.

Parallèlement, le Canada maintient de solides bases en STI : selon *L'état des lieux en 2014*, la formation de sa population et la qualité des connaissances qu'il produit continuent d'être des atouts. Il ne faut cependant pas faire preuve de complaisance. Il faut investir dans le maintien et le rehaussement de l'excellence. Bien que les niveaux de financement fédéral et provincial associés aux dépenses intra-muros de recherche-développement du secteur de l'enseignement supérieur (DIRDES) aient continué d'augmenter, cette hausse ne suffit pas à maintenir le rythme des autres pays qui y consacrent plus de ressources plus rapidement.

La compétitivité du secteur des STI est d'une importance croissante dans un environnement mondial qui évolue rapidement et subit des pressions de plus en plus fortes. Le Canada demeure vulnérable aux perturbations économiques mondiales, comme les variations importantes du prix des marchandises comme le pétrole, les fluctuations du dollar canadien et la diminution de la demande sur les marchés d'exportation. Cette vulnérabilité est accentuée par une concurrence croissante attribuable à l'essor des économies émergentes, à la mobilité accrue des personnes talentueuses à la recherche des meilleures occasions, de même qu'à la complexité grandissante des attentes et des demandes des consommateurs. Le changement s'opère à un rythme sans précédent et se reflète surtout dans les technologies et les innovations perturbatrices qui transforment les industries et les sociétés. La demande pour des ressources naturelles comme le pétrole et l'eau douce ne cesse de croître, tout comme l'urgence de mesurer les enjeux environnementaux liés à l'extraction des ressources.

L'écosystème des sciences, de la technologie et de l'innovation

Un écosystème des STI dynamique s'appuie sur trois piliers : i) des talents compétents et créatifs, ii) des connaissances de haut niveau et iii) un secteur privé innovant. Les personnes talentueuses génèrent et améliorent les connaissances. Un secteur privé innovant convertit les connaissances en de nouveaux produits et procédés qui créent de la richesse. Les gouvernements peuvent jouer un rôle clé dans la création d'un environnement favorable à ces trois piliers et dans la promotion de l'innovation au sein d'un pays. Ainsi, il est essentiel qu'ils fassent preuve d'innovation.

L'écosystème des STI du Canada réunit de nombreux intervenants : les gouvernements, les universités, les écoles polytechniques et les collèges, les entreprises, les organisations non gouvernementales, les communautés ainsi que les particuliers. Chaque acteur joue son propre rôle tout en collaborant avec ses pairs au sein d'un ensemble d'éléments complexes, dynamiques et interdépendants de concurrence et de collaboration, où les connaissances sont développées, partagées, transférées et appliquées. La vitalité de l'écosystème des STI du Canada repose sur la force de ses piliers et de ses acteurs. Un écosystème en santé permet aux idées de foisonner, aux personnes créatives de démarrer des entreprises innovantes et aux entreprises existantes de croître grâce à l'innovation.

Les acteurs qui participent le plus activement à l'écosystème des STI du Canada sont les gouvernements fédéral et provinciaux, les établissements d'enseignement supérieur et le secteur privé.

Gouvernements fédéral et provinciaux

Les gouvernements fédéral et provinciaux injectent des sommes importantes dans les talents, les connaissances et l'innovation des entreprises. Le gouvernement du Canada finance considérablement les universités, les écoles polytechniques et les collèges pour soutenir les projets de recherche, l'infrastructure connexe, le développement des talents et la création de réseaux collaboratifs de recherche-développement (R-D). Les gouvernements provinciaux contribuent à payer les coûts indirects associés à la recherche en finançant les coûts de fonctionnement des établissements d'enseignement supérieur canadiens. Ils couvrent aussi les coûts directs associés à la recherche et au développement de talents, dans le cadre de divers programmes de financement. En outre, grâce au financement direct et aux encouragements fiscaux, les gouvernements fédéral et provinciaux soutiennent la R-D, l'utilisation des talents et les activités de commercialisation au sein des entreprises et des intermédiaires.

Un écosystème en santé permet aux idées de foisonner, aux personnes créatives de démarrer des entreprises innovantes et aux entreprises existantes de croître grâce à l'innovation.

Les gouvernements aident aussi à favoriser un environnement propice à l'innovation, grâce à des politiques ciblant les STI en particulier et les conditions-cadres de façon plus générale. Ces politiques couvrent de nombreux domaines particulièrement pertinents pour l'innovation des entreprises, comme la concurrence, l'investissement à l'étranger, le commerce, l'immigration, la mobilité de la main-d'œuvre, l'impôt des sociétés et les droits de propriété intellectuelle.

De plus, le gouvernement fédéral mène ses propres activités de R-D, orientées essentiellement vers le soutien des fonctions stratégiques et de réglementation et vers les découvertes dans des domaines où le secteur privé n'est pas présent. Le mandat en R-D des ministères et organismes à vocation scientifique est en constante évolution. Le Conseil national de recherches du Canada (CNRC) en est un exemple concret : dans un effort pour stimuler l'innovation des entreprises, le CNRC a transformé ses activités de R-D et ses services connexes de façon à ce qu'ils soient plus commerciaux et industriels.

Établissements d'enseignement supérieur

Au cœur du processus d'innovation se trouvent des personnes talentueuses qui génèrent et améliorent les connaissances. Elles reçoivent leur formation dans les universités, les écoles polytechniques et les collèges, qui leur transmettent des connaissances disciplinaires et techniques qui servent de base à la recherche et à l'innovation, ainsi

que des compétences en affaires, en entrepreneuriat et dans d'autres domaines qui les préparent à devenir des membres productifs de la main-d'œuvre et de la société.

Ces établissements d'enseignement supérieur jouent aussi un rôle vital dans l'acquisition, l'enrichissement et l'application des connaissances. La R-D a toujours été un élément essentiel du mandat des universités; dernièrement, elle est devenue une partie importante du mandat des écoles polytechniques et des collèges. La plupart des connaissances sous-jacentes à l'innovation d'aujourd'hui proviennent de la recherche menée dans les établissements d'enseignement supérieur.

Bien que les distinctions soient de plus en plus floues, les universités continuent de mener diverses activités de R-D et d'innovation, qui vont de la recherche fondamentale à la recherche appliquée. Les entreprises qui s'associent aux universités cherchent souvent des relations stratégiques à long terme afin de trouver des inventions et des technologies d'avenir de pointe. Notamment, les entreprises souhaitent avoir accès à des employés potentiels qui peuvent leur donner une longueur d'avance sur la concurrence. Les écoles polytechniques et les collèges ont tendance à participer davantage à la recherche appliquée et au développement expérimental, par exemple dans le cadre d'essais sur le terrain et en laboratoire ainsi que d'activités de développement et de mise à l'échelle de prototypes. Les entreprises se tournent vers les écoles polytechniques et les collèges pour de petits projets à court terme bien définis qui contribuent directement à l'amélioration des produits et des procédés.

Les établissements d'enseignement supérieur du Canada le relient au bassin mondial de connaissances, de technologies et de talents en menant des recherches en collaboration avec des partenaires mondiaux et en attirant des chercheurs et des innovateurs éminents.

Secteur privé

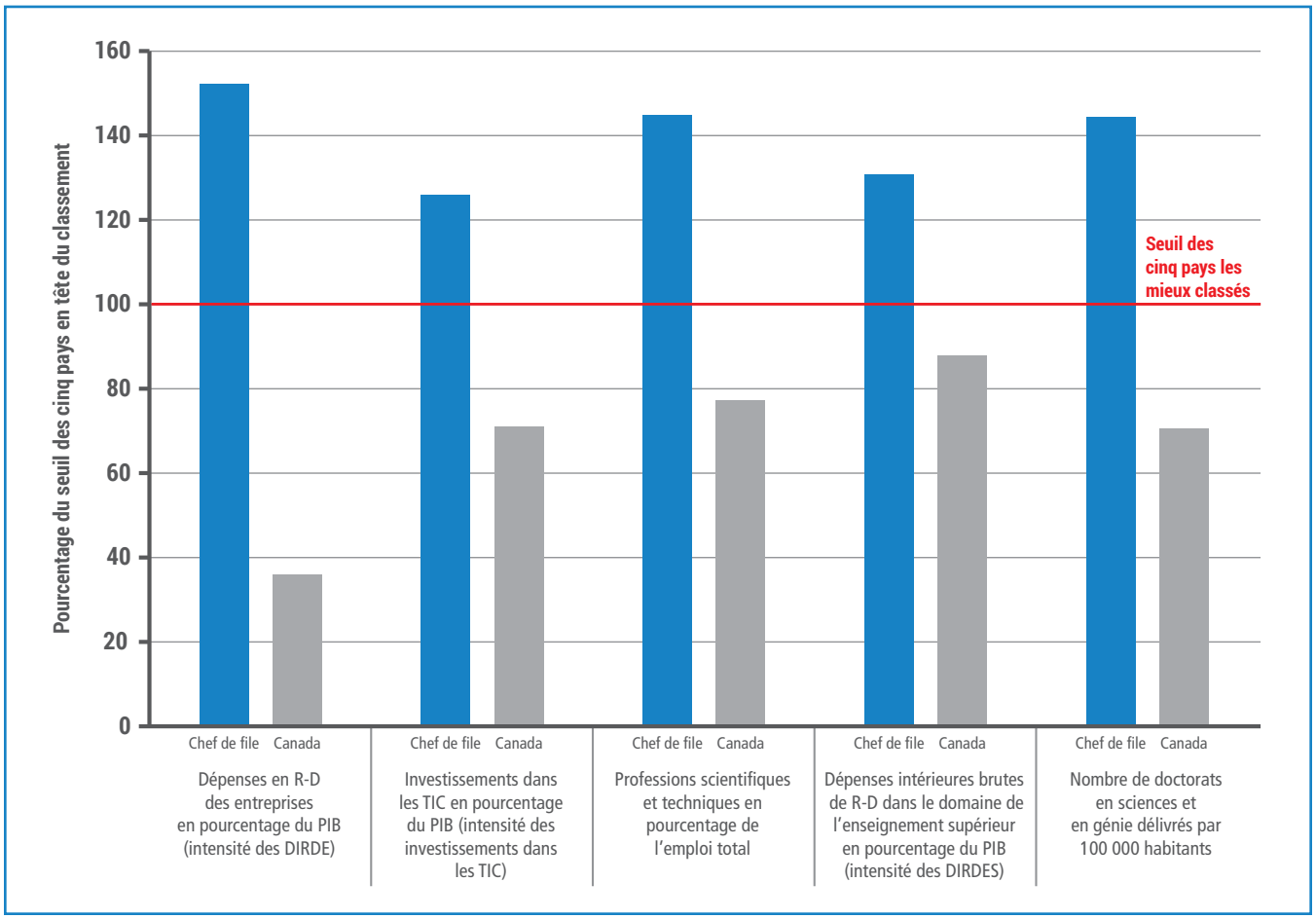
Les entreprises du secteur privé contribuent au développement des connaissances en menant leur propre R-D et en finançant la recherche et l'infrastructure connexe dans d'autres organisations (notamment dans les établissements d'enseignement supérieur). Plus important encore, les entreprises et les entrepreneurs transforment les découvertes et les inventions découlant de la R-D (qu'il s'agisse de leurs propres activités ou de celles des autres) en produits et services commercialisables qui généreront de la richesse. En outre, ils innovent pour développer et mettre en œuvre de nouveaux procédés et de nouvelles pratiques organisationnelles et commerciales qui augmentent la productivité, en plus de nouvelles méthodes de marketing qui améliorent l'accès aux marchés.

En outre, le secteur privé reconnaît la valeur des talents canadiens; c'est pourquoi il offre l'occasion au personnel hautement qualifié de réaliser son plein potentiel. Les entreprises développent et améliorent les connaissances et les compétences de leurs employés en leur offrant de l'expérience en cours d'emploi ainsi que des occasions de formation et d'apprentissage. Elles aident aussi les étudiants à se préparer pour le marché du travail, en leur offrant de l'expérience pratique et en leur ouvrant une fenêtre sur le monde des affaires dans le cadre de stages et de programmes d'enseignement coopératif. En collaborant à la R-D avec les universités, les écoles polytechniques et les collèges, les entreprises améliorent les connaissances en affaires des chercheurs.

Analyse comparative du rendement du Canada

L'état des lieux en 2014 évalue le rendement du Canada en STI en examinant les facteurs qui favorisent la réussite et définissent le leadership pour chacun des trois piliers : un secteur privé innovant, des connaissances de haut niveau et des personnes talentueuses. Pour chaque facteur, des indicateurs acceptés à l'échelle mondiale servent à comparer le rendement du Canada avec celui des pays concurrents analysés par l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE). Conformément à la pratique introduite dans *L'état des lieux en 2012*, l'analyse indique les cinq pays en tête du classement pour chaque indicateur ainsi que le seuil que doit atteindre le Canada pour s'y classer. En outre, elle examine la position du Canada par rapport aux États-Unis, son partenaire le plus proche et son concurrent le plus sérieux. Comme le mentionne le présent rapport, l'absence de données fiables (tant au Canada qu'à l'étranger) limite la capacité à bien faire état du rendement du Canada à certains égards. (Voir à l'annexe 1 les notes sur la méthodologie et la définition de l'innovation selon le CSTI.)

Figure 1-1 : Indicateurs cibles



L'état des lieux en 2014 souligne le rendement du Canada relativement aux cinq indicateurs cibles définis dans *L'état des lieux en 2012* (figure 1-1). C'est sur ces plans que le CSTI voit le Canada devenir un chef de file mondial, car il s'agit de domaines où l'amélioration du rendement contribuerait le plus à exploiter les STI pour en tirer des avantages économiques et sociétaux. Les cinq indicateurs sont communs aux trois piliers de l'écosystème des STI canadien. Chaque facteur mesure l'intensité des investissements du Canada (c'est-à-dire en pourcentage d'une unité de mesure donnée), permettant ainsi d'établir des comparaisons avec les pays concurrents.

Compte tenu de l'urgence d'améliorer le rendement du Canada pour ce qui est de l'innovation des entreprises, l'analyse du rendement du Canada commence, au chapitre 2, par l'examen des facteurs d'innovation dans le secteur privé. Cet examen est suivi d'une analyse du développement et du transfert des connaissances ainsi que du développement des talents, aux chapitres 3 et 4 respectivement.

Enfin et surtout, le chapitre 5 présente la stratégie d'avenir. Tous les acteurs des STI ont leur rôle à jouer dans l'amélioration du mauvais rendement du Canada en innovation des entreprises et dans le renforcement de ses avantages dans les domaines des connaissances et des talents. Le CSTI définit cinq stratégies clés visant à améliorer le rendement en STI. Bien que, pour réussir et arriver à opérer un changement, tous les acteurs doivent viser l'excellence dans leurs domaines respectifs, ils doivent aussi collaborer étroitement, sur le modèle d'un « système ». Seule une action concertée sur ces cinq stratégies procurerait au Canada le succès et le leadership en STI nécessaires pour assurer sa prospérité et son bien-être.

CHAPITRE 2 : UN SECTEUR PRIVÉ INNOVANT

2

Un secteur privé innovant est essentiel pour tirer profit des investissements du Canada dans les connaissances et les talents et pour transformer ces investissements en gains de productivité et en produits commercialisables qui assureront la prospérité du pays et un niveau de vie élevé pour ses citoyens.

Pour évaluer le rendement du Canada relativement à l'innovation des entreprises, il faut examiner trois facteurs qui favorisent le succès et définissent le leadership :

- les investissements du secteur privé en innovation, comme le montrent les indicateurs cibles liés à l'investissement dans :
  - la recherche-développement (R-D),
  - les technologies de l'information et des communications (TIC),
  - les talents;
- l'environnement de financement de l'innovation des entreprises, y compris le financement public et le financement par capital de risque;
- l'introduction d'innovations portant sur des produits et des procédés.

Le chapitre se termine par l'analyse de l'incidence du rendement du Canada en innovation des entreprises sur sa compétitivité mondiale.

Principales constatations

- Le Canada a investi beaucoup moins en R-D des entreprises comme pourcentage du PIB que bien d'autres économies avancées, passant de la 18e position en 2006 à la 26e en 2013.
- En 2013, le Canada se situait au milieu du peloton (13e rang de 30 pays) quant à l'intensité des investissements dans les TIC.
- Le Canada n'a pas fait très bonne figure concernant l'intégration des talents en STI sur le marché du travail, arrivant au 22e rang de 43 pays pour les professions scientifiques et techniques au pays.
- En 2013, le Canada occupait le 10e rang quant au financement public de la R-D des entreprises (comme pourcentage du PIB). Sa 4e place en financement indirect et sa 28e place en financement direct reflètent la propension du gouvernement fédéral à miser davantage sur les mécanismes de financement indirect.
- Les maigres investissements en innovation des entreprises ont nui à la compétitivité mondiale du Canada, comme le montre la faible croissance de la productivité.

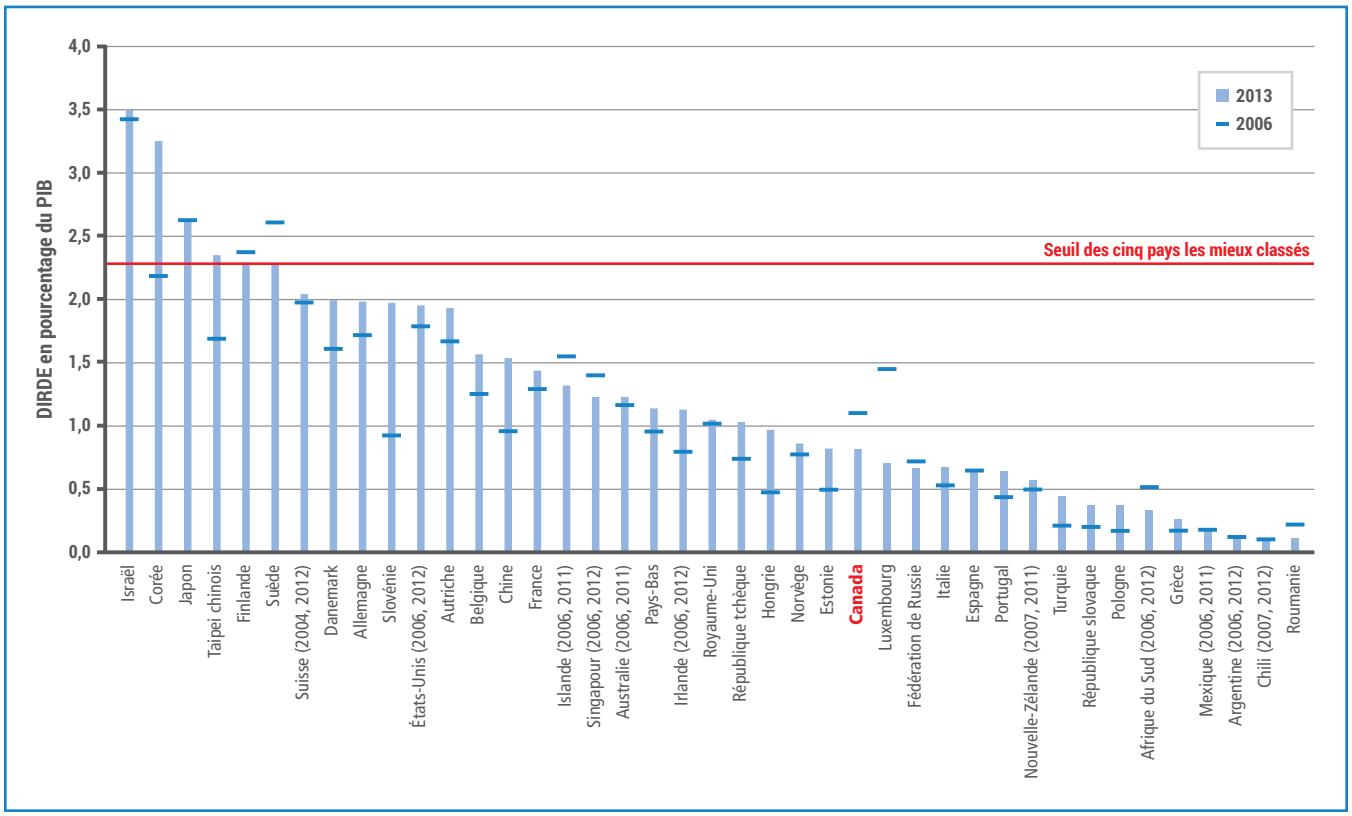
Investissement des entreprises dans la recherche-développement et d'autres actifs cognitifs

L'innovation des entreprises est essentielle pour exploiter la valeur des connaissances. Elle requiert des investissements en R-D, en technologie de l'information et des communications (TIC) et en talents ainsi que des investissements en aval dans des domaines comme la conception avancée, la propriété intellectuelle ainsi que l'exploration et l'exploitation minérales. L'absence de données fiables et comparables à l'échelle mondiale limite la capacité d'évaluer le rendement du secteur privé dans ces activités en aval. Cependant, les données sur les investissements en innovation montrent que le secteur privé canadien n'investit plus dans la R-D et d'autres actifs cognitifs à un niveau qui soutient la concurrence mondiale. C'est particulièrement inquiétant, compte tenu du fait que la vigueur du dollar canadien et les faibles taux d'intérêt[1] des dernières années ont favorisé une hausse des investissements de la part des entreprises canadiennes.

Dépenses intra-muros de recherche-développement du secteur des entreprises

L'intensité des dépenses intra-muros de R-D du secteur des entreprises (DIRDE), à savoir les DIRDE comme pourcentage du produit intérieur brut (PIB), est une mesure importante de l'investissement des entreprises en innovation. Dans le cas de cet indicateur cible, le rendement du Canada a sensiblement diminué par rapport aux pays concurrents, depuis que le Conseil des sciences, de la technologie et de l'innovation (CSTI) a commencé à le suivre dans *L'état des lieux en 2008*. À l'inverse, la plupart des pays ont augmenté

Figure 2-1 : DIRDE en pourcentage du PIB, 2006 et 2013



Source : OCDE, *Principaux indicateurs de la science et de la technologie*, janvier 2015.

[1] Malick Souare et Weimin Wang, « Dépenses en R-D et investissements dans les M-M au sein des industries canadiennes de la fabrication ». Direction générale de la recherche économique et de l'analyse des politiques d'Industrie Canada, document de travail 2009-02.

leurs investissements depuis 2008. Par conséquent, bon nombre d'entre eux ont augmenté l'intensité de leurs DIRDE et ont dépassé le Canada au classement mondial.

La diminution de l'intensité des DIRDE du Canada de 2006 à 2013 était l'une des plus marquées parmi les économies avancées (figure 2-1). Ainsi, le Canada est passé de la 18e position en 2006 à la 26e en 2013 (sur 41 pays). À 0,82 %, l'intensité des DIRDE du Canada en 2013 était inférieure à la moitié de celle des États-Unis (1,96 %), qui occupait le 11e rang. Le Canada se situait à seulement 36 % (une baisse par rapport au niveau de 48 % en 2006) du seuil des cinq pays en tête du classement, soit Israël, la Corée, le Japon, le Taipei chinois et la Finlande, tous considérés comme des chefs de file mondiaux en innovation.

La diminution de l'intensité des DIRDE du Canada de 2006 à 2013 était l'une des plus marquées parmi les économies avancées.

Comparaison internationale de l'intensité de la recherche-développement des entreprises par industrie

Les données à l'échelle de l'industrie montrent les domaines où le défi est particulièrement de taille pour le Canada. En 2009 (année la plus récente pour laquelle existaient des données), les industries canadiennes, comme l'industrie de l'informatique, de l'électronique et de l'optique, l'industrie des technologies de l'information et des communications (TIC) et l'industrie de la cokéfaction et de la fabrication de produits pétroliers raffinés, avaient une intensité d'investissement (mesurée ici comme les DIRDE en pourcentage de la valeur ajoutée) supérieure ou presque équivalente à celle de leurs concurrentes étrangères. Cependant, d'autres industries affichaient une intensité de DIRDE inférieure à celle de leurs concurrentes, y compris les industries dont le rendement à ce chapitre est généralement élevé dans tous les pays, comme l'industrie pharmaceutique, l'industrie de l'équipement électrique et l'industrie des véhicules automobiles. Le Canada se situait seulement à 38 % de l'intensité des États-Unis pour toutes les industries manufacturières et à 35 % de l'intensité d'un groupe de pays pour lequel des données de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) étaient disponibles[2].

Certains observateurs attribuent la faible intensité générale des DIRDE du Canada à la taille relativement importante de son industrie des ressources naturelles, industrie qui a tendance à afficher une faible intensité de DIRDE dans tous les pays. La plupart des pays qui devancent le Canada quant à l'intensité de leurs DIRDE ont une industrie des ressources naturelles considérablement plus petite (quant aux bénéfices tirés des ressources naturelles comme pourcentage du PIB). Cependant, des pays ayant une intensité de DIRDE presque équivalente ou supérieure à celle du Canada, de l'Australie, de la Chine et de la Norvège ont une industrie des ressources naturelles plus grande (comme pourcentage du PIB)[3]. Ces observations suggèrent qu'une grande industrie des ressources naturelles n'est pas nécessairement un obstacle à l'augmentation de l'intensité des DIRDE.

Caractéristiques de la recherche-développement des entreprises au Canada

Les données de Statistique Canada dressent un portrait plus détaillé et à jour de l'état de la R-D des entreprises au Canada, montrant de grands écarts dans les dépenses en R-D et les tendances au sein des industries. De 2007 à 2015, le total des dépenses intra-muros de R-D du secteur des entreprises a diminué de plus d'un milliard de dollars (voir l'annexe 2 pour connaître le rendement du Canada quant aux DIRDE depuis 2000)[4], et de nombreuses industries clés ont connu une baisse substantielle (figure 2-2). Notamment, l'investissement dans la R-D des entreprises a diminué de 55 % dans l'industrie de la fabrication de produits pharmaceutiques et de médicaments, de 50 % dans l'industrie des véhicules automobiles et des pièces connexes, de 48 % dans l'industrie des finances, de l'assurance et de l'immobilier, de 36 % dans l'industrie de la fabrication des TIC, et de 14 % dans les industries de l'information et de la culture.

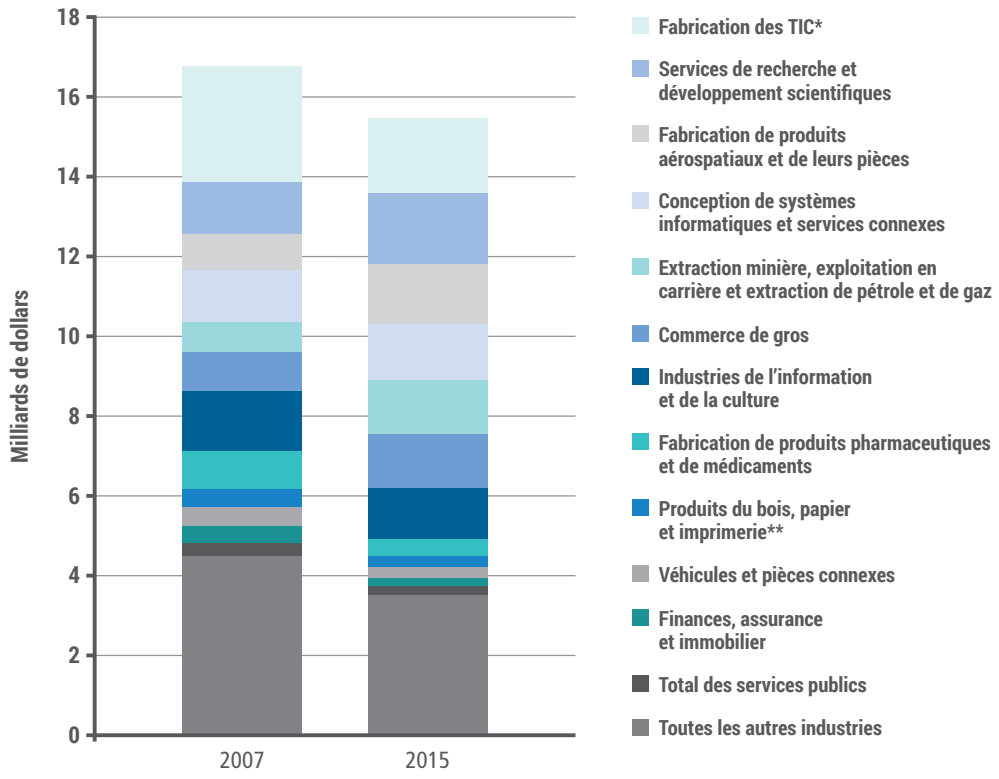
---

[2] Calculs du CSTI à partir des données de Statistique Canada et de la base de données pour l'analyse structurelle de l'OCDE, à l'aide de la 4e révision de la Classification internationale type, par industrie, de toutes les branches d'activité économique (CITI). Les autres pays pour lesquels l'OCDE a publié des données sont l'Autriche, la Belgique, la République tchèque, le Danemark, la Finlande, la France, l'Allemagne, la Hongrie, l'Italie, la Corée, les Pays Bas, la Norvège, la Slovénie et la Suède.

[3] Banque mondiale, *Total des bénéfices tirés des ressources naturelles (% du PIB)*, 2014.

[4] L'année 2007, plutôt que l'année 2006, est utilisée comme point de comparaison pour cet indicateur, car les données de 2006 sur l'industrie aérospatiale ont été omises.

Figure 2-2 : DIRDE par industrie au Canada, 2007 et 2015



*Dans la fabrication des TIC, le CSTI inclut les codes 3341 à 3346 du SCIAN.
**Dans la catégorie des produits du bois, du papier et de l'imprimerie, le CSTI inclut les codes 321 à 323 du SCIAN.

Source : Statistique Canada, Tableau 358-0024 (consulté le 16 juillet 2015).

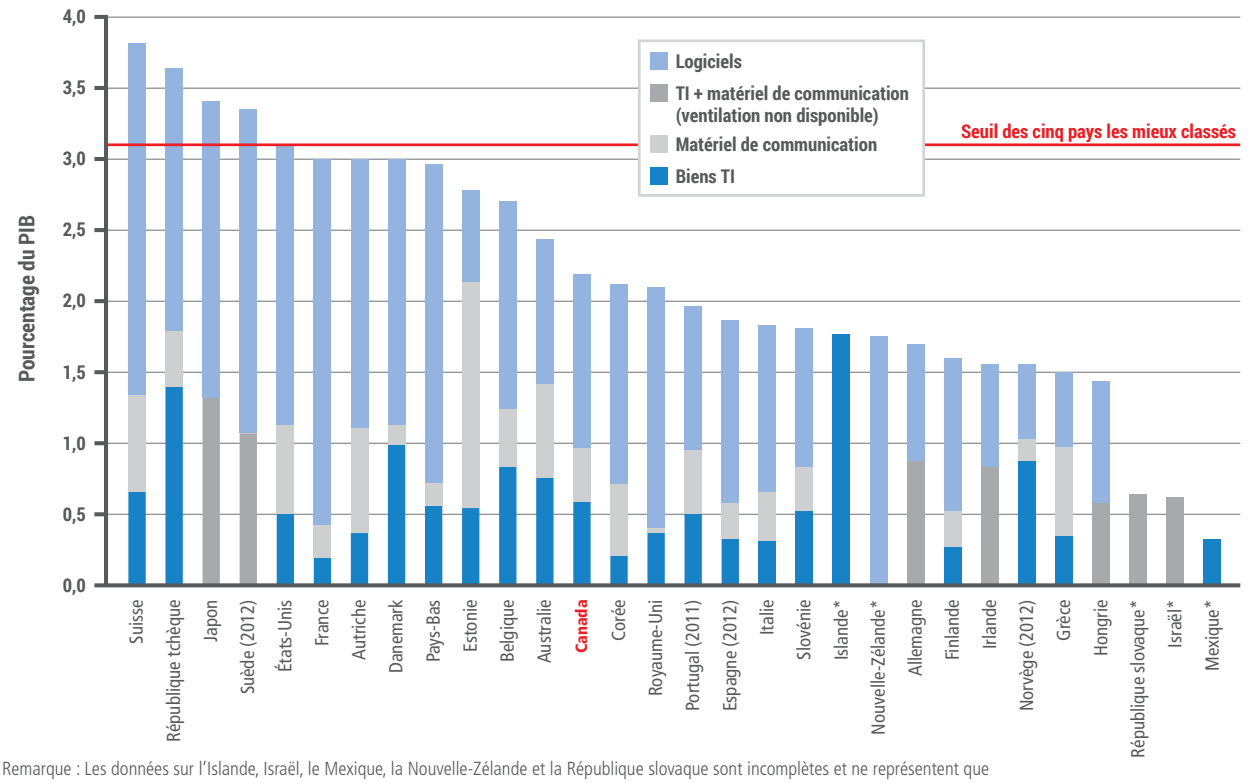
À l'inverse, pendant la même période, l'investissement dans la R-D des entreprises a augmenté de 63 % dans l'industrie de la fabrication de produits aérospatiaux et de leurs pièces, de 41 % dans l'industrie des services de R-D scientifiques et de 38 % dans l'industrie du commerce de gros. Bien que les industries de l'extraction minière, de l'exploitation en carrière et de l'extraction de pétrole et de gaz aient une intensité de R-D relativement faible, les fonds qu'elles ont injectés en R-D ont augmenté de 74 % de 2007 à 2015. Au cours des 16 dernières années, les investissements en R-D par l'industrie de l'extraction de pétrole et de gaz ont fortement augmenté, soit par presque 14 fois de 1999 à 2015[5].

Investissement dans les technologies de l'information et des communications

L'investissement dans les machines et le matériel intégrant les nouvelles technologies, surtout les TIC, est essentiel pour favoriser l'innovation et améliorer les compétences des employés, ce qui contribue à la productivité et à la compétitivité des entreprises.

[5] Statistique Canada, *Recherche et développement industriels : perspective*, nº 88-202-X au catalogue, 2015.

Figure 2-3 : Investissements dans les TIC en pourcentage du PIB, 2013



*Remarque : Les données sur l'Islande, Israël, le Mexique, la Nouvelle-Zélande et la République slovaque sont incomplètes et ne représentent que les investissements pour lesquels les statistiques étaient disponibles.

Source : OCDE, *Science, technologie et industrie : Tableau de bord de l'OCDE*, 2015.

Dans le secteur des entreprises, l'investissement du Canada dans les TIC par travailleur en 2013 équivalait à 51 % de l'investissement par travailleur aux États-Unis[6]. Le Canada a toujours investi moins que les États-Unis dans cette catégorie. Les différences dans la structure de l'industrie peuvent expliquer en grande partie l'écart d'investissement dans les TIC entre le Canada et les États-Unis, puisque le Canada se spécialise davantage dans des industries généralement moins intensives sur le plan des TIC dans les deux pays, comme l'extraction minière et l'extraction de pétrole et de gaz[7].

Pour ce qui est de l'indicateur cible plus général de l'intensité des investissements dans les TIC au pays (investissements dans les TIC en pourcentage du PIB; figure 2-3), le Canada se situait au 13e rang (de 30 pays) en 2013. Le Canada était en milieu de peloton, l'intensité de ses investissements équivalant à 71 % de celle des cinq pays en tête du classement, soit la Suisse, la République tchèque, le Japon, la Suède et les États-Unis[8]. Cela dit, l'intensité des investissements du Canada dans les TIC était comparable à celle de la France et supérieure à celle de la Finlande et de l'Allemagne.

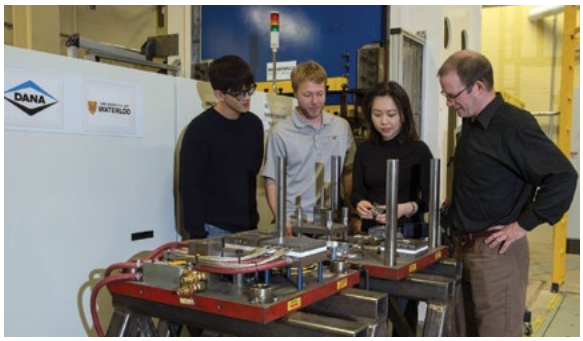
[6] Centre d'étude des niveaux de vie, *Database of Information and Communication Technology (ICT) Investment and Capital Stock Trends: Canada vs. United States*, janvier 2014.

[7] Statistique Canada, « Étude : L'intensité de l'investissement au Canada et aux États-Unis, 1990 à 2011 », *Le Quotidien*, 21 octobre 2014.

[8] L'absence de données longitudinales empêche de faire une comparaison internationale des TIC en pourcentage du PIB au fil du temps.

Prochaine génération de matériaux légers du secteur de l'automobile

Des facteurs de marché comme le resserrement des normes relatives à l'économie de carburant et aux émissions incitent les fournisseurs du secteur de l'automobile à fabriquer des pièces plus minces, plus légères et plus solides afin de demeurer compétitifs dans l'économie mondiale. En réaction à cette tendance, la société canadienne Dana et l'Université de Waterloo collaborent à l'élaboration, à l'évaluation et à la commercialisation de la prochaine génération de systèmes de gestion thermique légers.



Sooky Winkler, Ph. D., Dana Canada, discute de la mise au point de l'outillage avec des membres de l'équipe de l'Université de Waterloo, Kyu Bin Han, Ryan George et Michael Worswick, Ph. D., (de gauche à droite) devant la chaîne pilote de formage à chaud.

Entreprise spécialisée dans les pièces d'automobile dont le siège social est à Oakville, en Ontario, Dana compte parmi ses principales activités la conception et la fabrication d'échangeurs de chaleur pour les systèmes de refroidissement de moteur, de transmission, de batterie, de carburant et de servodirection d'automobiles et de véhicules utilitaires légers. Les alliages d'aluminium sont des matériaux industriels populaires en raison de leur légèreté et de leur résistance à la corrosion. Leur utilisation pour la production de formes minces et complexes à l'aide des méthodes traditionnelles est toutefois limitée. L'une des façons d'accroître la formabilité de l'aluminium consiste à le former à haute température. Avec le soutien du Conseil de recherche en sciences naturelles et en génie du Canada et celui de Partenariat automobile du Canada, Dana travaille à mettre au point une technologie de formage à chaud avec l'Université de Waterloo.

Durant la première étape, le fort potentiel de commercialisation du formage à chaud a été démontré en laboratoire. La deuxième étape vise principalement à mettre au point la technologie de formage à chaud et à la rendre commercialisable en vue de son application au système de fabrication de Dana. Une chaîne de fabrication pilote créée à l'université permettra de démontrer la faisabilité du projet dans des conditions de production simulée. Des essais mécaniques et des analyses de contrainte résiduelle supplémentaires seront effectués au Laboratoire de la technologie des matériaux de CANMET à Hamilton, en Ontario, où se trouve également un laboratoire unique de recherche pilote sur le formage des métaux. « Après trois ans, nous aurons mis au point la modélisation mathématique et le processus nécessaires à la mise en œuvre complète de la technologie », déclare Michael Worswick, titulaire de doctorat et chercheur responsable du projet à l'Université de Waterloo. « À ma connaissance, aucune autre université en Amérique du Nord ne mène des travaux d'une telle ampleur. »

Investissement des entreprises dans les talents

Les talents jouent un rôle essentiel dans l'innovation des entreprises et doivent intégrer les échelons supérieurs de l'organisation. Pour réussir dans l'économie mondiale d'aujourd'hui, les entreprises ont besoin de dirigeants qui comprennent l'importance d'innover pour demeurer compétitifs. Avec les bonnes connaissances et compétences, les chefs d'entreprise du Canada peuvent acquérir une meilleure compréhension des technologies de pointe et de l'évolution des pratiques commerciales. De plus, ils peuvent intégrer ces nouveautés plus aisément et ainsi davantage opter pour des stratégies commerciales axées sur l'innovation qui favoriseront leur compétitivité.

Les cadres supérieurs influent sur la culture de l'innovation d'une entreprise en façonnant sa vision et ses valeurs. Les entreprises innovantes doivent employer des personnes pouvant gérer activement et efficacement l'innovation dans différents domaines de l'organisation. Une étude du Conference Board du Canada portant sur diverses mesures financières montre que les entreprises qui gèrent activement

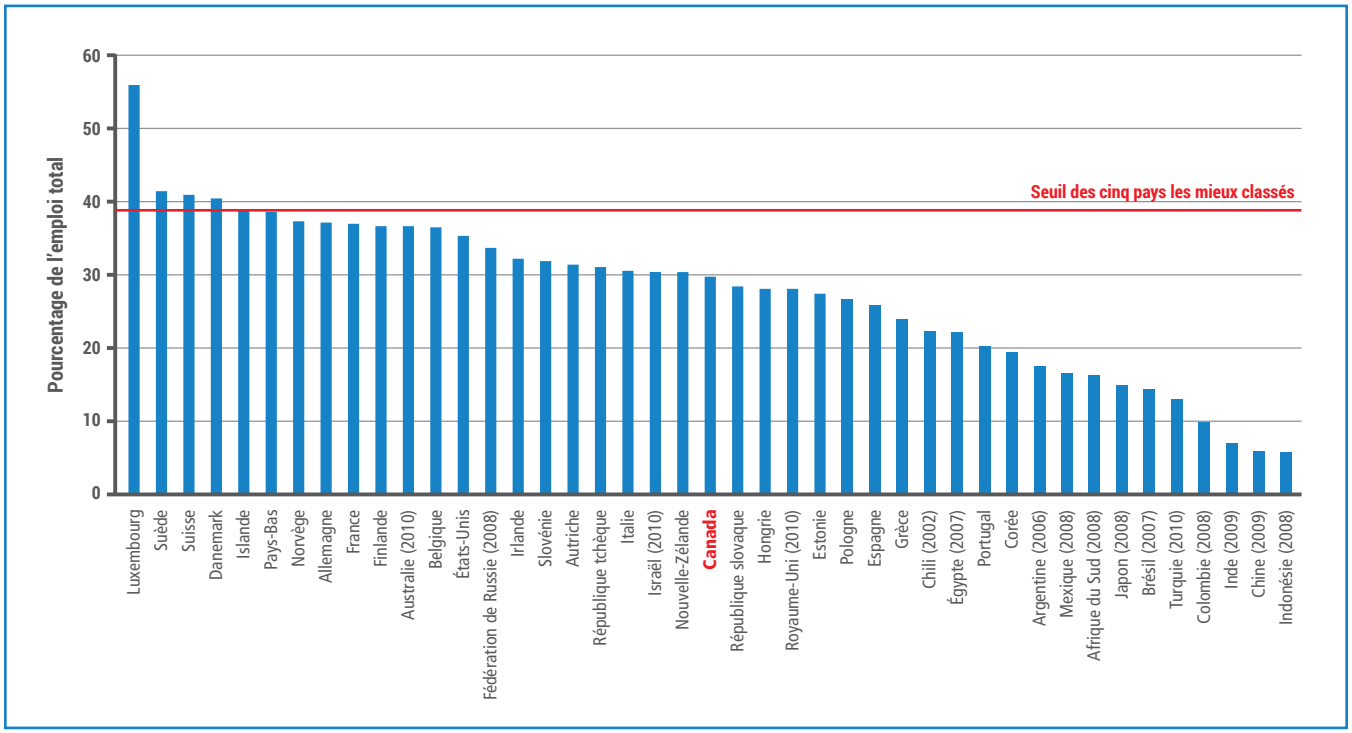
l'innovation devancent celles qui ne la gèrent pas du tout[9]. Or, près de la moitié des entreprises recensées n'avaient aucun procédé officiel de gestion de l'innovation[10].

Les entreprises ont aussi besoin de talents en recherche avancée (y compris de titulaires de doctorat) pour concevoir et créer de nouveaux produits, procédés et idées grâce à la R-D et à d'autres activités d'innovation et pour améliorer la productivité en utilisant les TIC. Alors que le Canada a réalisé des progrès considérables en augmentant le nombre de titulaires de doctorat en sciences et en génie (comme le mentionne le chapitre 4), la pénétration efficace des chercheurs de premier plan dans le secteur privé n'a pas suivi le même progrès.

En 2012, le nombre de chercheurs du secteur des entreprises pour 1 000 emplois au Canada était de 6,6, comparativement à 6,9 en 2006. Cette chute a fait reculer le Canada dans le classement mondial, qui est tombé de la 7e position en 2006 à la 15e en 2012[11]. Cette régression était aussi attribuable en partie à l'ajout d'Israël et des États-Unis (tous deux classés devant le Canada) à l'ensemble de données de 2012, données qui n'étaient pas disponibles en 2006, année de référence[12]. Le Canada s'est aussi éloigné davantage du seuil des cinq pays les mieux classés, passant de 85 % à 66 %.

Le faible rendement du Canada quant à l'accueil de chercheurs de premier plan dans le secteur privé se reflétait à une échelle plus générale dans l'indicateur cible des professions scientifiques et techniques au pays. En 2011, les professions scientifiques et techniques représentaient 30 % de tous les emplois au Canada, ce qui le situait au 22e rang de 43 pays (figure 2-4). Ce rendement était très proche de celui des autres pays en milieu de peloton, à savoir l'Italie, Israël et la Nouvelle-Zélande, et supérieur au rendement du Royaume-Uni et de la Corée. Cependant, le Canada accusait un retard important par rapport à la majorité des économies avancées, se situant à 78 % du seuil des cinq pays les mieux classés (Luxembourg, Suède, Suisse, Danemark et Islande).

Figure 2-4 : Pourcentage de travailleurs occupant des professions scientifiques et techniques, 2011



Source : OCDE, *Science, technologie et industrie : Perspectives de l'OCDE*, 2012.

[9] Ces mesures comprennent un taux de croissance annuel composé sur cinq ans, une croissance des revenus avant intérêts, impôts, dépréciation et amortissement, et une croissance de la capitalisation boursière (pour les sociétés ouvertes).

[10] Sorin Cohn et Bruce Good, *Metrics for Firm-Level Business Innovation in Canada*. Le Conference Board du Canada, décembre 2013.

[11] OCDE, *Principaux indicateurs de la science et de la technologie* (consulté le 4 février 2015).

[12] OCDE, *Principaux indicateurs de la science et de la technologie* (consulté le 4 février 2015).

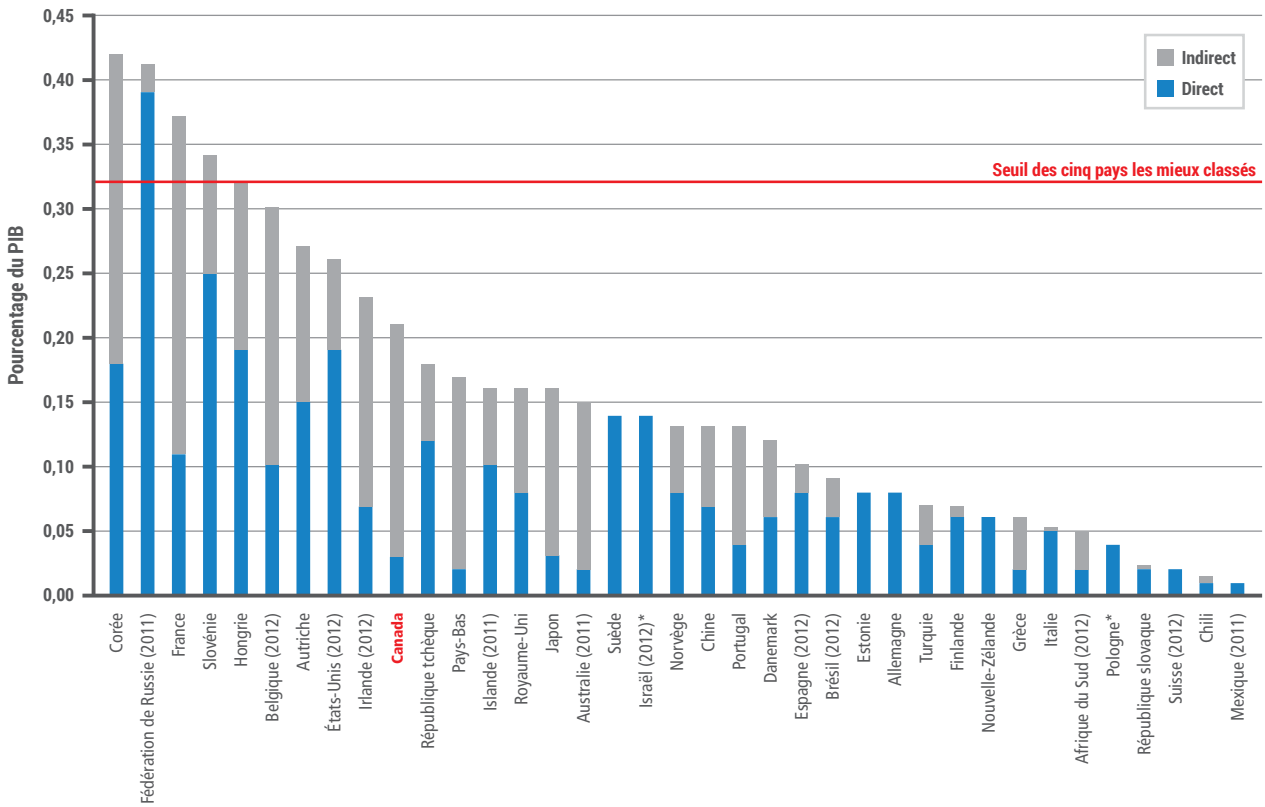
Environnement de financement de l'innovation des entreprises

La décision de poursuivre une stratégie commerciale axée sur l'innovation revient clairement aux entreprises. Cependant, celles-ci ont besoin d'un environnement qui offre un accès fiable aux talents, aux connaissances et au capital nécessaires pour mener des activités visant à développer et à commercialiser des idées. Tant le gouvernement fédéral que les gouvernements provinciaux appuient l'innovation des entreprises en leur offrant, directement ou indirectement, des ressources financières.

En 2013, le Canada se situait au 10e rang (de 37 pays) quant au financement public total de la R-D des entreprises comme pourcentage du PIB et à 66 % du seuil des cinq pays les mieux classés (figure 2-5). Le financement public total de la R-D des entreprises représentait 0,18 % du PIB, une baisse par rapport à 2008 (0,24 %), alors que le Canada se situait au 2e rang (de 30 pays)[13]. Plusieurs pays ont devancé le Canada pendant cette période, y compris la France, les États-Unis, la Belgique, l'Autriche et l'Irlande.

Les données détaillées révèlent que le Canada se fiait beaucoup plus au financement indirect (dans le cadre du Programme d'encouragements fiscaux pour la recherche scientifique et le développement expérimental) que les autres pays. À 0,18 %, le financement indirect comme pourcentage du PIB du Canada était le quatrième ratio le plus élevé des pays pour lesquels des données comparables étaient disponibles[14]. Seules la France, la Corée et la

Figure 2-5 : Financement de la R-D des entreprises par le gouvernement, 2013



*Remarque : Les données sur le financement indirect concernant Israël et la Pologne ne sont pas disponibles.

Source : OCDE, *Science, technologie et industrie : Tableau de bord de l'OCDE*, 2015.

[13] OCDE, *Science, technologie et industrie : Tableau de bord de l'OCDE*, 2015; *OCDE, Science, technologie et industrie : Perspectives de l'OCDE*, 2010.

[14] Les données sur le financement indirect excluent les encouragements fiscaux estimés pour la R-D à l'échelle infranationale (provinciale, par exemple).

Belgique devançaient le Canada. Ces données sont comparables à celles de 2008, alors que le financement indirect du Canada en pourcentage du PIB était de 0,22 %, ce qui le plaçait au premier rang (de 30 pays).

Ces dernières années, le Canada s'est efforcé d'augmenter son financement direct de l'innovation des entreprises, ce qui explique la très légère hausse du financement direct en pourcentage du PIB, qui est passé de 0,02 % en 2008 à 0,03 % en 2013. Toutefois, le Canada se situait au 28e rang (de 37 pays) pour le financement public direct de la R-D des entreprises comme pourcentage du PIB en 2013 (comparativement au 27e rang de 30 pays en 2008), à égalité avec le Japon. Le Canada accusait un retard important par rapport à bon nombre de ses concurrents, y compris les États-Unis, l'Allemagne, le Royaume-Uni et les pays scandinaves.

Le capital de risque, une forme de financement par actions, est une autre source importante de financement de l'innovation des entreprises, notamment pour les jeunes entreprises ayant un potentiel d'innovation et de croissance, mais des modèles opérationnels non éprouvés et des antécédents limités. En 2014, le Canada figurait parmi les cinq pays en tête du classement pour l'investissement de capital de risque en pourcentage du PIB, se situant

Saltworks Technologies Inc. innove grâce au financement public de la recherche-développement

Créée en 2008 à Vancouver, Saltworks Technologies Inc. est une entreprise de technologie propre offrant des solutions avancées de traitement de l'eau, de dessalement et de gestion de saumure. Saltworks a inventé des systèmes pour certaines des applications les plus exigeantes au monde, qui requièrent de l'eau douce provenant de sources d'eau salée dont la qualité s'est nettement détériorée. Les technologies de l'entreprise ciblent les problèmes de rareté de l'eau à l'échelle mondiale, soit par l'utilisation de sources d'eau saline au lieu de sources d'eau douce, soit par le recyclage des eaux usées ou des eaux produites.

Installation hybride à électrodialyse et osmose inversées d'ElectroChem en exploitation sur le terrain.

Saltworks a reçu du financement direct pour ses activités de R-D de la part d'organisations gouvernementales telles que Technologies du développement durable du Canada (TDDC), le Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI) et Ressources naturelles Canada (RNCan). À ce soutien s'ajoutent des investissements privés et le réinvestissement des profits découlant des ventes de l'entreprise. « Le financement de TDDC, du PARI et de RNCan nous a permis de mettre à l'essai notre technologie des eaux usées dans diverses industries, en plus de créer une propriété intellectuelle et des connaissances précieuses ainsi que des emplois hautement spécialisés », affirme Ben Sparrow, directeur général de Saltworks.

Pour les sables bitumineux en Alberta, Saltworks utilise SaltMaker, un évaporateur-cristalliseur à basse température, pour produire de l'eau douce à partir des eaux usées provenant du drainage par gravité au moyen de vapeur (DGMV). Les essais de SaltMaker menés avec Suncor Energy et Cenovus Energy sont concluants : le DGMV n'a produit aucun rejet liquide d'eaux usées. La cristallisation permet de concentrer les eaux usées pour produire un déchet solide à jeter dans une décharge ainsi qu'une eau douce de haute qualité réutilisée par l'industrie pétrolière et gazière. Il en résulte une réduction de l'évacuation des eaux usées, des prélèvements d'eau douce et des émissions de gaz à effet de serre par rapport aux technologies de traitement conventionnelles.

au troisième rang (de 32 pays). Sa part (0,08 %) n'était surpassée que par celles d'Israël (0,38 %) et des États-Unis (0,28 %), deux pays dont le marché de capital de risque est très bien établi[15].

L'investissement de capital de risque au Canada a fortement augmenté en 2014 par rapport aux années précédentes, atteignant presque 2,4 milliards de dollars et des niveaux plus élevés que ceux d'avant la récession de 2008. Le financement est demeuré relativement stable, passant de 1,4 milliard de dollars en 2013 à 1,2 milliard en 2014. Les sources soutenues par les gouvernements représentaient plus des deux tiers des engagements totaux en 2014[16].

Introduction d'innovations ayant trait aux produits et aux procédés

Les entreprises transforment les investissements dans la R-D et d'autres actifs cognitifs en innovations portant sur des produits, des procédés, la commercialisation ou l'organisation. De 2010 à 2012, selon les plus récentes données propres au Canada de l'*Enquête sur l'innovation et les stratégies d'entreprise* (EISE) de Statistique Canada, environ 35 % des entreprises ont introduit une innovation relative à des produits (un pourcentage comparable à celui des années 2007 à 2009), alors que 29 % ont introduit une innovation relative à des procédés (une diminution par rapport au pourcentage de 34 % pour 2007 à 2009). Même si l'industrie manufacturière figurait parmi les industries qui ont introduit le plus d'innovations concernant des produits et des procédés au Canada, le pourcentage d'entreprises manufacturières qui ont introduit de telles innovations a diminué entre les périodes de 2007 à 2009 et de 2010 à 2012. (L'annexe 2 présente une analyse approfondie de l'introduction d'innovations touchant des produits et des procédés.)

Dans une comparaison internationale des entreprises ayant introduit des innovations ayant trait à des produits et des procédés de 2010 à 2012, le rendement du Canada par rapport à celui de 34 autres pays a été mesuré selon la taille des entreprises (figure 2-6)[17]. À ce chapitre, les PME canadiennes occupaient l'un des premiers rangs du classement mondial : quelque 53 % d'entre elles ont introduit une innovation concernant des produits ou des procédés pendant la période visée. Seules les PME australiennes, allemandes et suisses les ont devancées. Le Canada s'est classé quatrième, se situant à 112 % du seuil des cinq pays en tête du classement.

Le pourcentage de grandes entreprises ayant introduit des innovations était toutefois moins élevé au Canada que dans les autres pays. Le Canada est arrivé au 19e rang, environ 65 % de ses grandes entreprises ayant introduit une innovation relative à des produits ou des procédés, par rapport à l'Autriche, au 5e rang, dont 76 % des grandes entreprises en ont introduit (plaçant ainsi le Canada à 85 % du seuil des cinq pays en tête du classement). Bien que les grandes entreprises canadiennes aient obtenu de meilleurs résultats que celles du Royaume-Uni et du Japon, plusieurs pays importants ont devancé le Canada, dont l'Allemagne, la Finlande, l'Australie, la Suède et la France.

Par conséquent, le Boston Consulting Group n'a inclus aucune entreprise canadienne dans sa liste des 50 entreprises les plus innovantes du monde en 2014, un palmarès dominé par de grandes entreprises sans équivalent au Canada[18]. Le manque de grandes entreprises innovantes peut nuire à l'innovation des entreprises au Canada. Grâce à leur rôle déterminant dans les chaînes d'approvisionnement, ces entreprises peuvent stimuler l'innovation chez les plus petites entreprises. Leur présence est essentielle à l'implantation de grappes d'innovation et peut favoriser l'ancrage d'une culture de l'innovation dans les entreprises qui en font partie. Les grandes entreprises ont aussi plus de ressources pour investir, innover et exporter, et elles sont souvent plus productives que les petites. Elles peuvent donc générer des retombées économiques importantes, stimuler la compétitivité et créer des emplois.

Le manque de grandes entreprises innovantes peut nuire à l'innovation des entreprises au Canada.

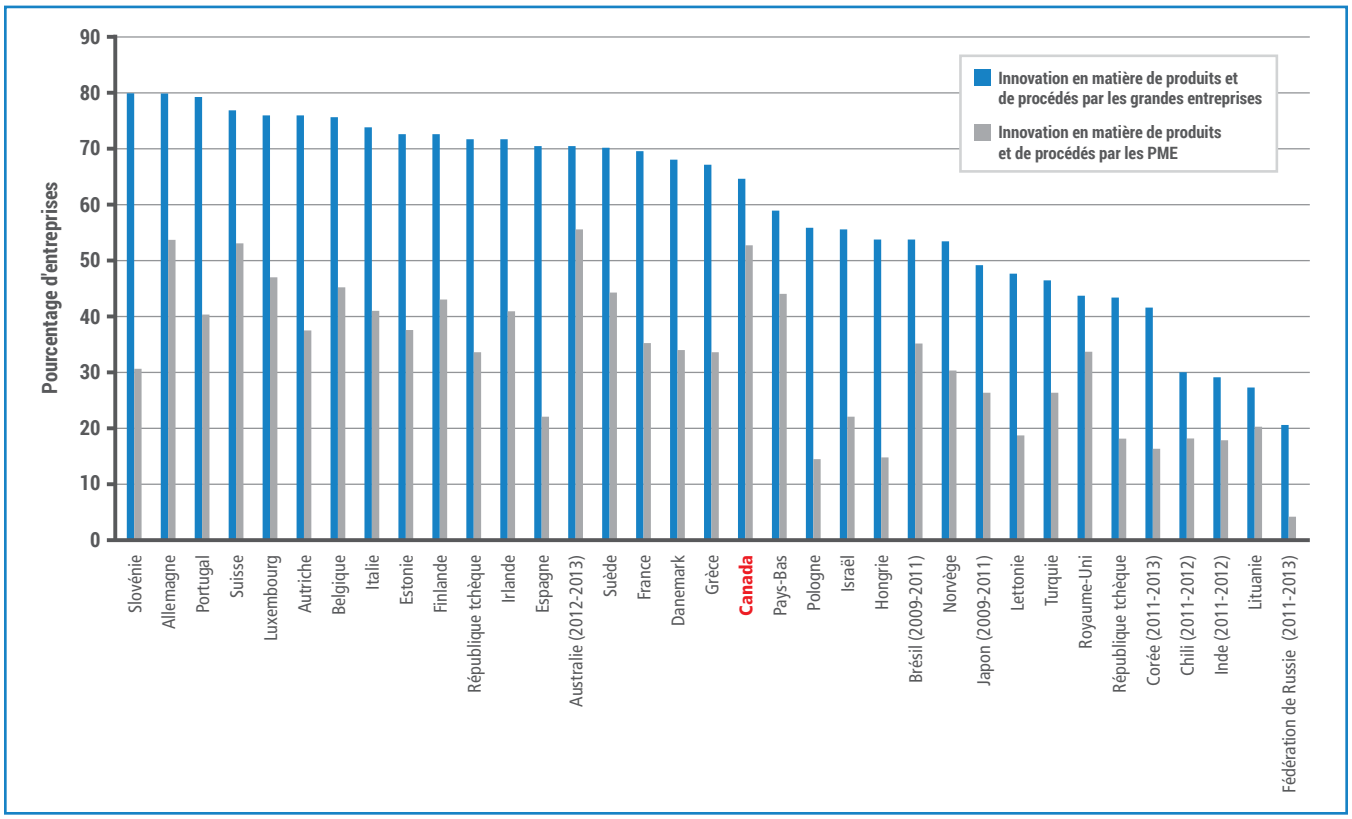
[15] OCDE, *Science, technologie et industrie : Tableau de bord de l'OCDE*, 2015. En raison de fluctuations considérables dans les données rapportées par l'OCDE au fil du temps, aucune année de comparaison n'est utilisée pour les données mondiales sur le capital de risque.

[16] Industrie Canada, *Moniteur du capital de risque*, 4e trimestre de 2014.

[17] Toute comparaison entre les pays doit être interprétée avec précaution, car la période de référence varie selon les pays. Les activités et les entreprises visées diffèrent aussi d'un pays à l'autre. Par exemple, les données sur le Canada n'englobent que les entreprises d'au moins 20 employés et avec un revenu de 250 000 $ ou plus.

[18] The Boston Consulting Group, *The Most Innovative Companies 2014: Breaking through Is Hard to Do*, octobre 2014.

Figure 2-6 : Proportion d'entreprises ayant introduit une innovation en matière de produits ou de procédés, de 2010 à 2012



Source : OCDE, *Science, technologie et industrie : Tableau de bord de l'OCDE*, 2015.

Rendement au chapitre de l'innovation et compétitivité mondiale du Canada

Les entreprises récoltent le fruit de leurs investissements dans l'innovation, lorsque leur compétitivité et leur réussite sur le marché, surtout le marché international, s'en trouvent favorisées. Intuitivement, on peut présumer que les entreprises qui investissent dans l'innovation sont plus rentables et contribuent donc davantage à l'économie canadienne que celles qui ne le font pas. L'incidence du rendement des entreprises canadiennes en matière d'innovation sur la compétitivité mondiale du pays est évaluée en fonction de la croissance de la productivité et de la part de marché à l'exportation dans les industries de R-D. Les comparaisons internationales révèlent qu'en général, selon ces indicateurs, le Canada affiche un rendement inférieur à celui de ses concurrents.

Productivité

L'innovation est largement considérée comme un moteur de productivité, productivité elle-même essentielle à l'augmentation des salaires, à la rentabilité des investissements et à la prospérité économique à long terme. La mesure la plus courante de la productivité est la productivité de la main-d'œuvre, soit la quantité de biens et de services produite par la main-d'œuvre en une heure. Dans le secteur des entreprises, la productivité de la main-d'œuvre au Canada accuse un retard important sur la productivité de la main-d'œuvre aux États-Unis (la première équivalait à 71 % de la seconde en 2014)[19]. Au Canada, cette productivité n'a jamais atteint 80 % de celle des États-Unis depuis 2003.

[19] Centre d'étude des niveaux de vie, *Aggregate Income and Productivity Trends, Canada vs. United States*, mai 2015.

Un facteur clé de la faible productivité de la main-d'œuvre canadienne est le ralentissement de la croissance de la productivité totale des facteurs (PTF) au Canada[20]. La PTF reflète l'innovation, car elle englobe des considérations comme l'utilisation de nouvelles technologies, les compétences en gestion, les changements dans l'organisation de la production et les économies d'échelle[21].

En évaluant la croissance de la productivité, il est plus utile d'examiner de longues périodes que des années précises. De 1995 à 2013, une croissance annuelle moyenne de 0,6 % de la PTF a placé le Canada au 12e rang de 19 pays et à 60 % du seuil des cinq pays en tête du classement, soit la Corée, l'Irlande, la Finlande, les États-Unis et la Suède (voir la figure 2C de l'annexe 2)[22].

Part de marché à l'exportation

De 2006 à 2013, pour ce qui est de sa part de marché à l'exportation dans les industries de R-D mondiales, le Canada a tantôt conservé le même rang, tantôt reculé par rapport aux autres pays, et son écart avec les cinq pays en tête du classement s'est creusé (voir la figure 2D de l'annexe 2). Le Canada est passé du 15e au 17e rang (de 41 pays) dans l'industrie pharmaceutique pour se situer à 15 % du seuil des cinq pays en tête du classement (par rapport à 19 % en 2006). Dans l'industrie de l'informatique, de l'électronique et de l'optique, il est passé de 16 % à 12 % de ce seuil et de la 15e à la 19e place. À l'inverse, il s'est classé en 2013 au cinquième rang dans l'industrie aérospatiale (rang conservé depuis 2006).

Conclusion

Bien qu'il y ait des différences d'une industrie à l'autre, le secteur privé canadien dans son ensemble n'investit plus dans la R-D et d'autres actifs cognitifs à un niveau qui soutient la concurrence mondiale. En plus de la baisse des investissements des entreprises dans la R-D, il est particulièrement inquiétant de voir que l'intensité du Canada relativement aux DIRDE a diminué de 2006 à 2013, au point que le Canada venait au 26e rang mondial et qu'il se situait à 36 % du seuil des cinq pays en tête du classement. En parallèle, la part de talents en STI dans le secteur privé était faible au Canada, qui se classait au 15e rang en 2012 et se situait à 66 % du seuil des cinq pays en tête du classement. Sur une note positive, les données montrent que les PME canadiennes étaient à l'avant-plan dans l'introduction d'innovations ayant trait à des produits et des procédés. Cependant, les grandes entreprises accusaient un retard par rapport à leurs concurrentes mondiales, plaçant le Canada au 19e rang dans cette catégorie. Enfin, malgré une certaine augmentation du financement public direct de la R-D des entreprises, le Canada a continué de traîner de la patte pour ce qui est de l'équilibre entre le financement direct et indirect.

---

[20] John R. Baldwin, Wulong Gu, Ryan MacDonald et Beiling Yan, *La revue canadienne de productivité – Qu'est-ce que la productivité? Comment la mesure-t on? Quelle a été la productivité du Canada pour la période de 1961 à 2012?* Statistique Canada, nº 15-206-X au catalogue, nº 38, 2014.

[21] John R. Baldwin, Wulong Gu et Beiling Yan, *La revue canadienne de productivité – Guide de l'utilisateur pour le Programme annuel de la productivité multifactorielle de Statistique Canada*, Statistique Canada, nº 15-206XIE au catalogue, nº 14, 2007.

[22] OCDE, *Croissance du PIB par tête, de la productivité et des CUM* (consulté le 22 octobre 2015).

CHAPITRE 3 : DES CONNAISSANCES DE HAUT NIVEAU

3

Les connaissances de haut niveau contribuent à jeter les bases de la compétitivité mondiale de tous les acteurs dans l'écosystème des sciences, de la technologie et de l'innovation (STI). Dans l'industrie des sciences et de la technologie, les connaissances s'acquièrent principalement grâce à la R-D. La R-D est cruciale dans tous les domaines, que ce soit pour la recherche fondamentale (autant dans le monde universitaire que dans l'industrie), la recherche appliquée axée sur des objectifs précis ou le développement expérimental visant à créer ou à améliorer des produits et des procédés.

Pour évaluer la quantité et la qualité des connaissances produites au Canada, quatre facteurs qui favorisent la réussite et définissent le leadership doivent être pris en considération :

- le niveau des investissements dans la R-D, y compris le total des dépenses au pays (dépenses intérieures brutes en R-D ou DIRD) et, plus précisément, ceux du secteur de l'enseignement supérieur (DIRDES) (facteur englobant un autre indicateur cible);
- l'efficacité de ces investissements pour l'établissement d'une masse critique dans les principaux domaines de recherche;
- la compétitivité mondiale des recherches menées et des établissements d'enseignement supérieur dans lesquels la plupart des connaissances sont produites;
- l'ampleur du transfert des connaissances entre les acteurs des STI.

Principales constatations

- De 2008 à 2014, le financement total des activités de recherche-développement (R-D) du Canada est demeuré essentiellement inchangé, l'augmentation des fonds versés par le secteur de l'enseignement supérieur et les gouvernements provinciaux ayant été contrebalancée par la diminution des fonds versés par les deux plus grands secteurs, soit les entreprises et le gouvernement fédéral.
- Bien que les fonds consacrés à la R-D par le secteur canadien de l'enseignement supérieur (DIRDES) aient augmenté au fil du temps, l'intensité du pays relativement aux DIRDES est demeurée stable (à 0,65 % du PIB). À ce chapitre, les autres pays ayant augmenté davantage leurs dépenses, le Canada a chuté, passant de la troisième place (en 2006) à la huitième place (en 2013) pour se situer à 88 % du seuil des cinq pays en tête du classement (par rapport à 105 % en 2006).
- Bien que les États-Unis et le Royaume-Uni aient occupé le sommet du classement universitaire mondial, le Canada s'est montré compétitif dans le deuxième tiers des pays de comparaison.
- La présence de 96 de ses chercheurs dans le premier centile des chercheurs les plus cités dans leurs domaines respectifs a procuré au Canada une certaine renommée, le plaçant au sixième rang, après des pays nettement plus populeux.

Investissements dans la production de connaissances

Le total des fonds investis dans la R-D influe grandement sur la capacité d'un pays à produire une quantité suffisante de bonnes connaissances pour livrer une forte compétition aux autres pays. Cette incidence se reflète dans le total des investissements au pays (c'est-à-dire les dépenses intérieures brutes de recherche-développement [DIRD]), et plus précisément dans les DIRDES (dépenses intra-muros de recherche-développement du secteur de l'enseignement supérieur) engagées par les établissements d'enseignement supérieur et les hôpitaux de recherche. Bien que le Canada ait maintenu son financement de la R-D par rapport à la taille de son économie de 2008 à 2014, il a perdu un peu de terrain sur ses concurrents mondiaux à mesure que ceux-ci accroissaient leurs investissements.

Dépenses intérieures brutes en recherche et développement

Les DIRD reflètent le soutien général apporté à la production officielle des connaissances. Elles représentent le total des fonds consacrés aux activités de R-D dans tous les secteurs de l'écosystème des STI : les entreprises, l'enseignement supérieur, les gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux, les organismes privés sans but lucratif et le secteur étranger.

Au Canada, les DIRD sont demeurées essentiellement inchangées de 2008 à 2014. La légère augmentation des fonds investis par le secteur de l'enseignement supérieur et les gouvernements provinciaux a été contrebalancée par une diminution des dépenses des deux plus grands secteurs, soit les entreprises et le gouvernement fédéral (voir l'annexe 3

La masse critique en neurosciences

C'est à la sous-priorité des neurosciences, domaine dans lequel la compétence des chercheurs canadiens est reconnue partout dans le monde, que les organismes subventionnaires fédéraux ont alloué le plus de fonds en 2013-2014. Bien que le Canada considère les neurosciences comme une priorité, ses investissements dans ce domaine ne sont pas compétitifs par rapport à ceux des États-Unis. Les fonds totaux consacrés par le gouvernement fédéral à la recherche en neurosciences ne correspondent environ qu'à 40 % de ceux investis par les États-Unis, même une fois rajustés en fonction de la taille de l'économie américaine (approximativement 11 fois plus importante que l'économie canadienne).

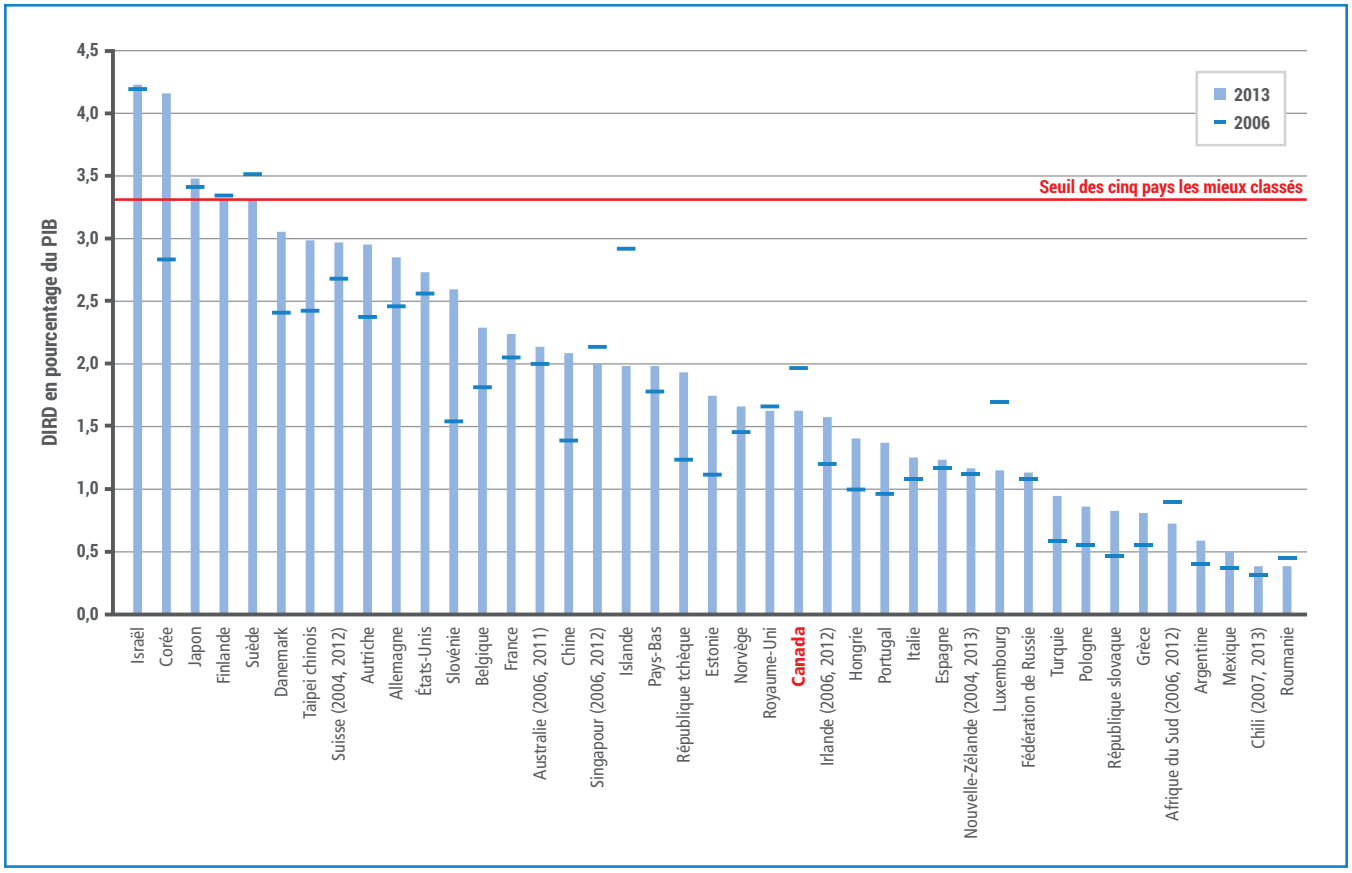
Le gouvernement fédéral soutient la recherche en neurosciences au moyen de diverses initiatives, et notamment par l'intermédiaire de l'Institut des neurosciences, de la santé mentale et des toxicomanies des Instituts de recherches en santé du Canada (IRSC), du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG), du Conseil de recherches en sciences humaines (CRSH) et du Fonds canadien de recherche sur le cerveau (de la Fondation Neuro Canada). Les IRSC ont consacré quelque 129,3 millions de dollars aux neurosciences en 2013-2014, alors que le CRSNG et le CRSH y ont alloué 35,6 millions et 23,8 millions, respectivement. Le gouvernement fédéral s'est aussi engagé à verser jusqu'à 100 millions de dollars sur six ans (de 2011-2012 à 2016-2017) à la Fondation Neuro Canada, un organisme national sans but lucratif qui développe et favorise la recherche coopérative et multidisciplinaire entre les divers établissements dans le domaine des neurosciences. Au total, les fonds consacrés par le gouvernement fédéral à la recherche en neurosciences se sont donc chiffrés à quelque 205 millions de dollars en 2013-2014.

Aux États-Unis, les National Institutes of Health ont affecté à cette recherche quelque 5 474 millions de dollars américains, au total, sur leur budget de 2014. Une somme supplémentaire de 110 millions de dollars américains a été investie dans le cadre de l'initiative Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies (BRAIN), portant à 5 584 millions de dollars le total des fonds consacrés à la recherche en neurosciences aux États-Unis en 2014.

pour en savoir plus sur les sources de financement de la R-D au Canada au fil du temps). Le financement de la R-D par les entreprises a atteint un sommet de 15,2 milliards de dollars en 2011, avant de connaître une diminution en 2012 et en 2013. Il devrait continuer de diminuer pour se chiffrer à 14,1 milliards de dollars en 2014. De même, le financement de la R-D par le gouvernement fédéral a atteint un sommet de 6,5 milliards de dollars en 2010, avant de commencer à diminuer. Il devrait se chiffrer à 5,8 milliards de dollars en 2014. En revanche, le secteur de l'enseignement supérieur devrait investir une somme sans précédent de 5,5 milliards de dollars dans la R-D en 2014, alors que les gouvernements provinciaux ont continué d'accroître graduellement leur propre financement dans la R-D, qui devrait atteindre une somme record de 2,1 milliards de dollars en 2014.

Bien que les dépenses totales du Canada en R-D soient restées stables pendant la période visée, les autres pays ont augmenté leur financement (autant les sommes à proprement parler que les fonds versés par rapport à la taille de leurs économies respectives). L'intensité du Canada quant aux DIRD (DIRD comme pourcentage du PIB) a connu une diminution de 2006 à 2013, passant de 1,96 % à 1,62 %; le Canada est ainsi passé du 16e au 24e rang de 41 pays (figure 3-1). En revanche, l'intensité des DIRD d'Israël (en première place) et de la Corée (en deuxième place) a augmenté, passant respectivement de 4,19 % à 4,21 % et de 2,83 % à 4,15 % du PIB. Les États-Unis occupaient le 11e rang en 2013, l'intensité de leurs DIRD étant passée de 2,55 % à 2,73 %. En 2013, le Canada était à 49 % du seuil des cinq pays en tête du classement, qui comprenaient aussi le Japon, la Finlande et la Suède (une diminution par rapport à son pourcentage de 67 % en 2006).

Figure 3-1 : DIRD en pourcentage du PIB, 2006 et 2013



Source : OCDE, *Principaux indicateurs de la science et de la technologie*, juillet 2015.

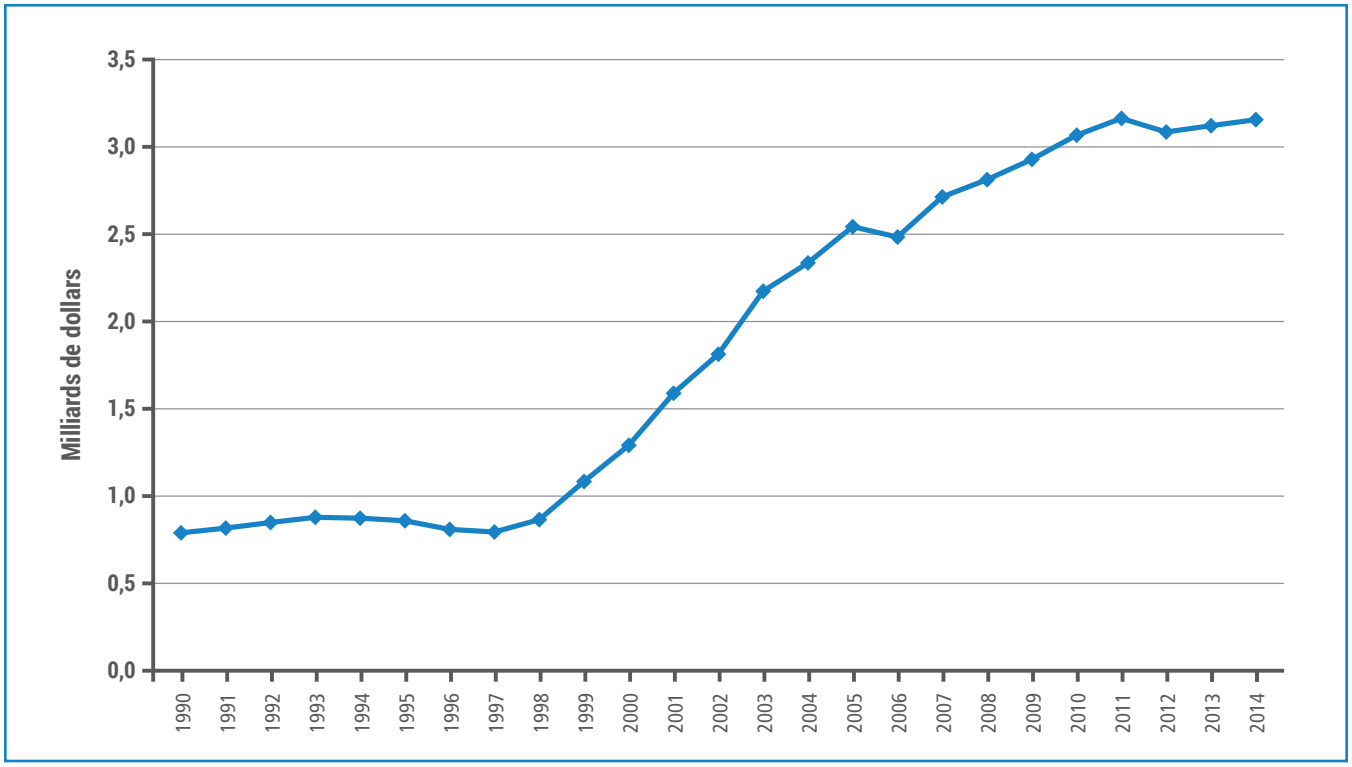
Dépenses intra-muros de recherche-développement du secteur de l'enseignement supérieur

Selon les versions précédentes de *L'état des lieux*, le Canada dépend plus de la production de connaissances dans les établissements d'enseignement supérieur et les hôpitaux de recherche que les autres pays membres de l'OCDE. Par conséquent, l'intensité des DIRDES (DIRDES comme pourcentage du PIB) a été qualifiée d'indicateur cible dans *L'état des lieux en 2012*.

Les niveaux de DIRDES au Canada ont augmenté graduellement, au même rythme que le financement du gouvernement fédéral (voir l'annexe 3). Le financement fédéral de la R-D dans le secteur de l'enseignement supérieur a connu une croissance rapide de la fin des années 1990 à l'année 2011, puis s'est stabilisé, et son taux de croissance est retombé aux niveaux plus modestes du début et du milieu des années 1990 (figure 3-2).

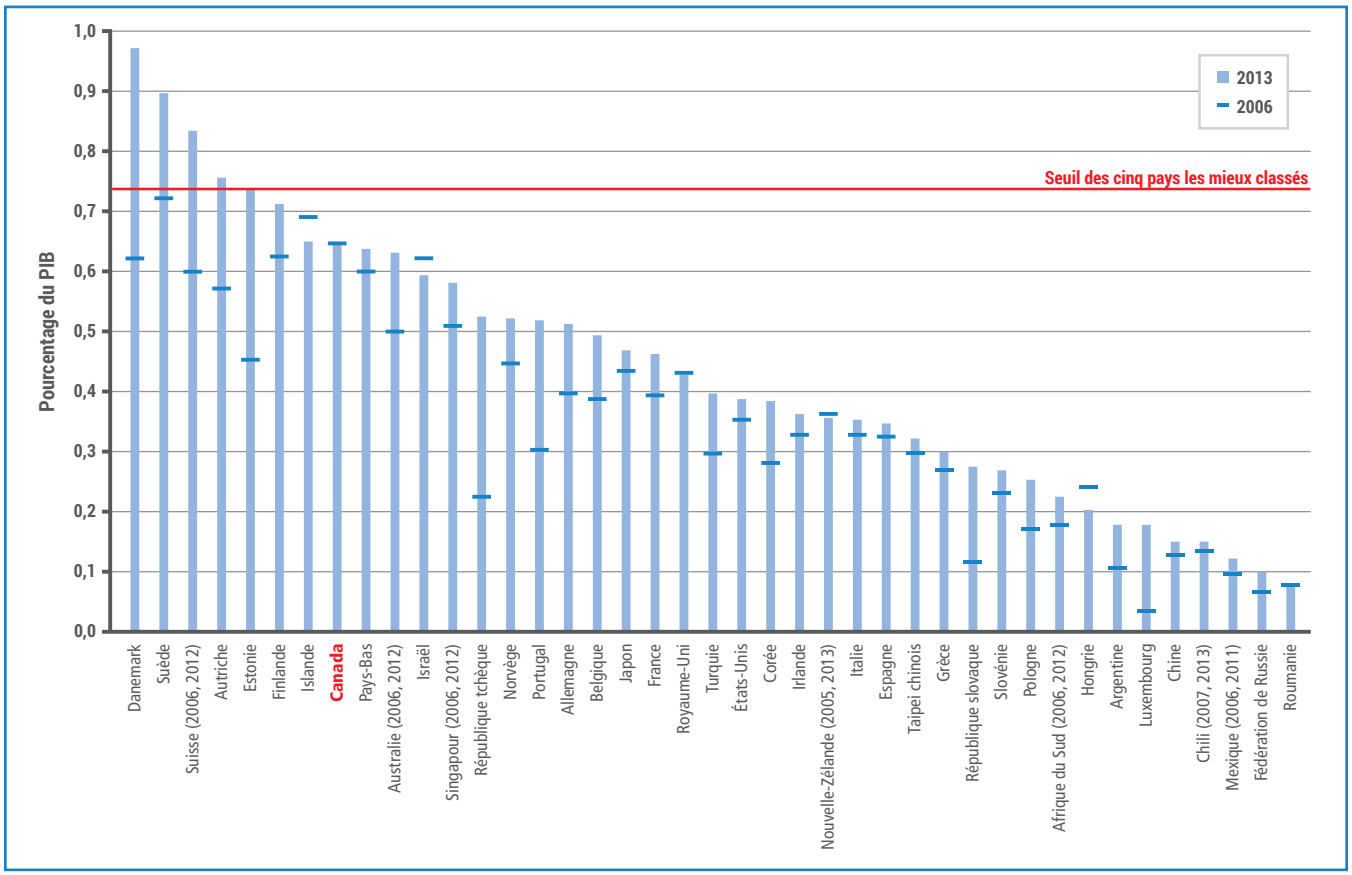
Malgré l'augmentation du *niveau* de financement de la R-D par le gouvernement fédéral, *l'intensité* du Canada quant aux DIRDES n'a pas changé de 2006 à 2013, demeurant à 0,65 % du PIB. Alors que d'autres pays augmentaient leurs investissements en R-D dans le secteur de l'enseignement supérieur, le Canada a perdu du terrain à l'échelle mondiale sur le plan de l'intensité des DIRDES, passant de la troisième place en 2006 à la huitième place en 2013 (figure 3-3). Les cinq pays en tête du classement (le Danemark, la Suède, la Suisse, l'Autriche et l'Estonie) ont tous augmenté l'intensité de leurs DIRDES de 2006 à 2013. Cette croissance a été particulièrement forte au Danemark, dont l'intensité des DIRDES est passée de 0,62 % à 0,97 %. Le Canada se situait à 88 % du seuil de ces cinq pays en 2013, une diminution par rapport à son pourcentage de 105 % en 2006. Il a continué à devancer les États-Unis, situés à 52 % du seuil des cinq pays en tête du classement au chapitre de l'intensité des DIRDES (0,39 % de leur PIB). Il a aussi devancé d'autres pays dont l'économie est sensiblement avancée, y compris l'Allemagne, le Japon, la France et le Royaume-Uni (dont l'intensité des DIRDES atteignait respectivement 0,51 %, 0,47 %, 0,46 % et 0,43 %).

Figure 3-2 : Financement par le gouvernement fédéral de la R-D dans le secteur de l'enseignement supérieur, de 1990 à 2014



Source : Statistique Canada, Tableau 358-0001 (consulté le 28 juillet 2015).

Figure 3-3 : DIRDES en pourcentage du PIB, 2006 et 2013



Source : OCDE, *Principaux indicateurs de la science et de la technologie*, juillet 2015.

Investissements en recherche-développement pour l'établissement d'une masse critique

Deux facteurs déterminent l'excellence d'un pays et sa compétitivité à l'échelle internationale : la *somme* qu'il investit dans les STI et la *méthode* employée. Les domaines de connaissances ne revêtent pas tous la même importance pour l'avenir du Canada. Pour maximiser les retombées des investissements du Canada, le financement de la R-D doit être stratégique, ciblé et coordonné et permettre le renforcement des capacités et l'établissement d'une masse critique dans des domaines précis.

Pour établir une masse critique et accélérer le développement des connaissances, de nombreux pays définissent des priorités pour la recherche-développement, sur lesquelles ils concentrent leurs ressources. Au Canada, la stratégie fédérale des sciences et de la technologie de 2007[23] a cerné quatre domaines de recherche prioritaires : les sciences et les technologies de l'environnement, les ressources naturelles et l'énergie, les sciences et technologies de la santé et les sciences de la vie connexes ainsi que les technologies de l'information et des communications (TIC). Pour concentrer davantage les efforts, le gouvernement a adopté la liste de 13 sous-priorités de recherche dressée par le Conseil des sciences, de la technologie et de l'innovation (CSTI) en 2008. En 2014, dans sa nouvelle stratégie sur les STI, le gouvernement a mis à jour ses priorités et sous-priorités (maintenant appelées « secteurs d'intérêt ») en ajoutant la fabrication de pointe

[23] Gouvernement du Canada, *Réaliser le potentiel des sciences et de la technologie au profit du Canada*, 2007.

aux priorités de recherche et en incluant l'agriculture dans la priorité des sciences de l'environnement. (L'annexe 3 contient la liste des sous-priorités de recherche établie en 2008 et la liste des secteurs d'intérêt mise à jour en 2014.)

Il existe trop peu de données sur les autres pays pour comparer leurs dépenses en R-D dans les domaines et sous-domaines prioritaires aux dépenses du Canada. Au Canada seulement, le niveau du financement consacré par le gouvernement fédéral à ses priorités et sous-priorités de recherche-développement peut être évalué en partie en regardant la somme investie par les organismes subventionnaires.

Solutions rentables de réduction des émissions atmosphériques provenant de la production et du traitement du pétrole et du gaz

Le développement de combustibles fossiles propres et de technologies écologiques connexes est essentiel à l'atteinte des objectifs en matière d'énergie et d'environnement du Canada. Le centre de recherche de CanmetÉNERGIE de Ressources naturelles Canada à Devon (Alberta) mène des recherches avec la collaboration du milieu universitaire et de l'industrie, dans le but de mettre au point des technologies et des méthodes pour détecter, quantifier et réduire les émissions provenant de la production et du traitement du pétrole et du gaz.

Dans le cadre des activités pétrolières et gazières, le torchage (brûlage dirigé de gaz naturel), le dégagement de gaz à l'atmosphère (le rejet intentionnel contrôlé de gaz dans l'atmosphère) et les émissions fugitives provenant de l'équipement engendrent des émissions de méthane, de composés organiques volatils et de particules de carbone noir, qui contribuent considérablement à faire augmenter les émissions mondiales de gaz à effet de serre (GES) et de polluants. Pour obtenir l'« approbation publique » et pouvoir aller de l'avant avec les projets d'hydrocarbures, il devient de plus en plus important de démontrer que des efforts sont effectivement déployés pour atténuer les répercussions sur l'environnement de ces projets. Le centre de recherche CanmetÉNERGIE de Devon a montré que des technologies et des pratiques conçues et mises en œuvre de façon collaborative permettent de réduire à la fois les émissions de GES et de polluants et les pertes coûteuses d'hydrocarbures.

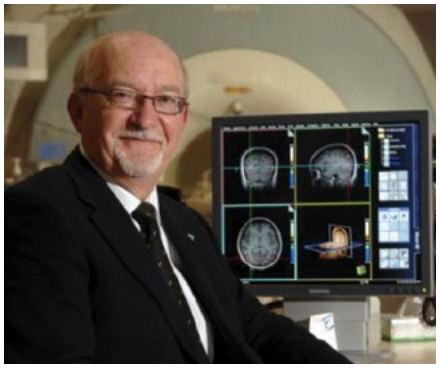
Grâce au soutien financier d'organisations internationales, dont la Banque mondiale et l'Organisation des Nations Unies, ainsi qu'à l'engagement en matière de financement accéléré qu'a pris le Canada, le centre de recherche CanmetÉNERGIE de Devon a récemment dirigé des projets de réduction du torchage et du dégagement de gaz à l'atmosphère en Colombie et au Mexique. Menés avec le concours de la Petroleum Technology Alliance of Canada et de Clearstone Engineering de Calgary, ces projets emploient diverses pratiques et technologies de démonstration très prometteuses pour réduire à la fois les émissions et les coûts. Le projet à une installation de production pétrolière en Colombie a permis de déterminer une réduction potentielle de 150 kilotonnes des émissions annuelles de GES et une économie possible de 50 millions de dollars américains par année en s'attaquant aux pertes d'hydrocarbures évitables, alors que le projet à une raffinerie du Mexique a permis d'établir une réduction potentielle de 1,3 mégatonnes des émissions annuelles de GES et une économie possible de 237 millions de dollars américains par année en s'attaquant aux pertes d'hydrocarbures évitables. Grâce au soutien découlant de l'engagement du Canada concernant la Coalition pour le climat et l'air pur de l'Organisation des Nations Unies, Clearstone Engineering collabore maintenant avec des parties intéressées de la Colombie et du Mexique pour élaborer des projets de réduction des émissions et de conservation des ressources en hydrocarbures.

Fonds consacrés par les organismes subventionnaires aux priorités et sous-priorités de recherche

Le CSTI a utilisé les données fournies par les trois organismes subventionnaires fédéraux (les Instituts de recherche en santé du Canada [IRSC], le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie [CRSNG] et le Conseil de recherches en sciences humaines [CRSH]) pour évaluer le soutien financier apporté à la recherche universitaire dans les domaines et sous-domaines prioritaires de 2011-2012 à 2013-2014[24]. L'examen des données révèle que les fonds consacrés par le gouvernement fédéral aux priorités et sous-priorités sont demeurés très stables pendant cette période.

Donald T. Stuss et Brenda Miller, éminents contributeurs à la recherche sur le cerveau

Fort de sa réputation internationale de chef de file en recherche sur le cerveau, le Canada compte beaucoup de chercheurs parmi les plus cités au monde dans des domaines connexes comme la neurologie et la psychologie. Toronto et Montréal sont des plaques tournantes de la recherche sur le cerveau grâce à deux universités réputées, respectivement l'Université de Toronto et l'Université McGill, ainsi qu'à leurs instituts de recherche hospitaliers affiliés. Les domaines de spécialité des chercheurs canadiens comprennent le développement du cerveau et du système nerveux, la génétique cérébrale, la cognition et le comportement, les maladies neurodégénératives, la neuroplasticité et la régénération du cerveau, l'apprentissage et la mémoire ainsi que la commande des mouvements et les fonctions sensorielles.



Donald Stuss, titulaire d'un doctorat en psychologie, de l'Institut ontarien du cerveau, et Brenda Milner, titulaire de doctorats en psychologie physiologique et expérimentale, de l'Institut et hôpital neurologiques de Montréal, contribuent remarquablement et depuis longtemps à la recherche mondiale sur le cerveau. Avec plus de 35 ans de carrière à son actif, le Pr Stuss est un pionnier de la recherche sur le lobe frontal du cerveau humain. Ses travaux sont axés sur le traitement des changements aux fonctions cognitives et des changements de personnalité causés par les accidents vasculaires cérébraux, les traumatismes cérébraux et la démence ainsi que sur la recherche connexe. Les recherches qu'il mène en tant que neuropsychologue de renommée internationale ont un poids énorme dans les domaines de la neuropsychologie et des neurosciences cognitives, en théorie comme en pratique.

Après plus de 50 ans de carrière, la P^re^ Milner est toujours une chercheuse active. Ses travaux, axés sur les fonctions cognitives associées aux lobes frontal et temporal du cerveau humain, exercent une influence extraordinaire sur le façonnement des neurosciences et les travaux de scientifiques partout dans le monde. En effet, l'origine des neurosciences cognitives modernes sur la mémoire peut être attribuée directement à ses études rigoureuses et novatrices. Elle utilise la tomographie par émission de positons et l'IRM fonctionnelle pour identifier les régions du cerveau liées au traitement du langage, notamment chez des patients ayant subi une lésion cérébrale à proximité d'aires cruciales pour le langage. En 2014, elle a été la première Canadienne à recevoir le Prix Kavli en neurosciences, pour sa contribution remarquable aux progrès dans la compréhension du cerveau et du système nerveux ainsi qu'au développement des connaissances sur le sujet.

[24] Comme les dernières données reçues des organismes subventionnaires s'appliquent à l'exercice 2013-2014, la liste des domaines et sous-domaines prioritaires fédéraux établie en 2007 a été utilisée pour les calculs.

Des quatre *domaines* de recherche *prioritaires* établis en 2007, c'est celui des sciences de la santé et de la vie qui a reçu les fonds les plus généreux des organismes subventionnaires en 2013-2014, soit 1 099,5 millions de dollars (somme comparable aux 1 110,3 millions alloués en 2011-2012). Le domaine de l'environnement s'est classé au deuxième rang en recevant 214,7 millions de dollars (une hausse par rapport à 199,1 millions), suivi de celui des TIC, avec 183,1 millions (une baisse par rapport à 203,0 millions), puis de celui des ressources naturelles et de l'énergie, avec 164,7 millions (une baisse par rapport à 168,1 millions). La diminution des fonds *absolus* consacrés aux domaines prioritaires reflète la légère baisse des fonds totaux versés par les organismes subventionnaires, qui sont passés de 2 326,2 millions de dollars en 2011-2012 à 2 301,6 millions en 2013-2014. La *part* totale des fonds alloués par les organismes subventionnaires aux quatre domaines prioritaires est demeurée la même en 2013-2014 (72,2 %) qu'en 2011-2012 (72,2 %).

En 2013-2014, les organismes subventionnaires ont consacré 26,5 % de leurs fonds totaux aux 13 *sous-priorités* établies en 2008, un pourcentage demeuré lui aussi essentiellement inchangé depuis 2011-2012 (26,7 %). En dollars, pour la même période, les fonds consacrés aux sous-priorités sont passés de 621,7 à 610,0 millions de dollars. De tous les sous-domaines prioritaires, c'est celui des neurosciences qui a reçu la plus grande part des fonds (7,2 %) pour l'exercice 2013-2014 (une légère augmentation par rapport à sa part de 7,0 % en 2011-2012). La santé d'une population vieillissante s'est classée au deuxième rang, avec une part de 4,8 % (la même qu'en 2011-2012), suivie du génie biomédical et des technologies médicales, dont la part est passée de 3,1 à 3,0 % (une légère diminution). (L'annexe 3 présente la répartition des fonds par organisme subventionnaire et par sous-priorité.)

Compétitivité des recherches et des établissements d'enseignement supérieur

Pour avoir de véritables répercussions, les recherches menées dans l'écosystème des STI au Canada doivent être de haut niveau, et les organisations qui les mènent (établissements d'enseignement supérieur, laboratoires gouvernementaux et entreprises) doivent être compétitives à l'échelle mondiale.

Bien qu'il soit difficile de mesurer exactement et rigoureusement la qualité des recherches et des établissements d'accueil, les données recueillies montrent que le Canada est demeuré compétitif dans le deuxième tiers des pays de comparaison en ce qui a trait à la qualité (réelle et perçue) de ses universités, et que les établissements visés ont continué à mener de vastes travaux scientifiques de calibre international. Or, bien que le Canada ait continué de tenir tête à ses concurrents, il n'est pas parvenu à hisser ses universités dans le premier tiers mondial.

Classements universitaires mondiaux

Les universités compétitives à l'échelle mondiale attirent comme un aimant au Canada les entreprises et les personnes talentueuses éminentes. Trois grands systèmes de classement universitaire mondial sont utilisés pour comparer les établissements des divers pays : le système Academic Ranking of World Universities de la Graduate School of Education de l'Université Jiao-tong de Shanghai (le « classement de Shanghai »), le classement de l'enseignement supérieur THE (Times Higher Education) et le classement de Quacquarelli Symonds (QS). Ces systèmes permettent d'évaluer les universités en fonction d'indicateurs comme les données bibliométriques, les prix gagnés et la réputation auprès des pairs[25].

Les résultats produits en 2015 par les trois systèmes de classement montrent que les établissements des États-Unis et du Royaume-Uni sont dans une classe à part, continuant à dominer les listes des 10 pays les mieux classés. Notons

[25] Des trois systèmes de classement, celui de Shanghai utilise presque exclusivement des indicateurs de recherche quantitative, alors que les systèmes THE et QS accordent une grande importance aux indicateurs relatifs à l'enseignement et à la réputation d'excellence (déterminée par les sondages), respectivement.

qu'en 2015, pour la première fois, une école d'un autre pays (l'École polytechnique fédérale de Zurich, en Suisse) s'est hissée dans ces palmarès en arrivant au neuvième rang des classements THE et QS. Le Canada s'est montré compétitif dans le deuxième tiers des pays, grâce à deux de ses universités qui étaient sur les listes combinées des 25 universités en tête des trois classements. L'Université de Toronto occupait le 25e rang du classement de Shanghai et le 19e rang du classement THE, alors que l'Université McGill tenait le 24e rang du classement QS. Outre les États-Unis et le Royaume-Uni, les seuls autres pays comptant des universités sur les listes combinées des 25 universités en tête de chacun des trois classements étaient la Suisse et Singapour (deux universités chacun, comme le Canada), l'Australie, la Chine, la France et le Japon (une université chacun).

Parmi les 100 universités en tête du classement de Shanghai, le Canada a tenu tête à tous les pays, sauf aux États-Unis et au Royaume-Uni. Les universités de l'Australie et des Pays-Bas ont devancé clairement celles du Canada dans les 100 universités en tête des classements THE et QS, tant pour le nombre absolu d'universités et que pour le nombre d'universités par rapport à la population.

De façon générale, entre la publication de *L'état des lieux en 2008* et celle du présent rapport, le Canada n'a ni rapproché ses universités classées des listes des 10 universités en tête, ni accru le nombre de ses universités classées dans les listes des 25 et des 100 universités en tête.

Indicateurs bibliométriques d'incidence

Les indicateurs bibliométriques d'incidence permettent de mesurer la visibilité ou l'influence des chercheurs du Canada en fonction du nombre de fois que leurs travaux sont cités. Plus un article est cité, plus on peut supposer qu'il exerce une influence sur la recherche. L'*indice d'impact relatif* est la part mondiale de citations d'un pays par rapport à la part mondiale de ses publications. Lorsque l'indice d'impact relatif d'un pays est supérieur à 1, son influence relative est plus grande que la moyenne mondiale.

En 2012, l'indice d'impact relatif du Canada (pour les deux années précédentes) était de 1,10, ce qui le situait au-dessus de la moyenne mondiale et au neuvième rang (ex æquo avec la France), derrière la Suisse (à 1,51), les États-Unis (à 1,40), le Danemark (à 1,38), les Pays-Bas (à 1,37), l'Allemagne (à 1,26), le Royaume-Uni (à 1,25), la Suède (à 1,17) et la Belgique (à 1,14). De 2002 à 2012, l'indice d'impact relatif du Canada a connu une croissance approximative de 9 % (à partir de 1,01). Toutefois, la remontée de la Belgique au classement a fait tomber le Canada de sa huitième place. (L'année 2002 étant la seule année pour laquelle il était possible d'effectuer une comparaison complète entre le Canada et les autres pays, elle sert ici d'année de référence.)

Une répartition des données de 2012 par domaine de recherche montre que l'index d'impact relatif du Canada était supérieur à la moyenne mondiale dans tous les domaines scientifiques. C'est en chimie qu'il était le plus élevé (1,32), mais le Canada a aussi obtenu de bons résultats en physique (1,21), en biologie appliquée et en écologie (1,20) ainsi qu'en recherche médicale (1,17).

Le nombre de chercheurs de pointe accueillis par un pays peut donner une meilleure idée de l'excellence et du profil en recherche de ce pays sur la scène internationale. En 2014, Thomson Reuters a évalué les articles répertoriés de 2002 à 2012 dans 21 grands domaines d'étude et recensé les 3 144 chercheurs qui, ayant publié le plus d'articles s'étant retrouvés dans le premier centile des articles les plus cités dans leurs domaines respectifs, sont devenus des sommités de la recherche scientifique[26]. Dans le cas des autres mesures mentionnées dans le présent rapport, le classement du Canada est généralement rajusté en fonction de son PIB ou de la taille de sa population pour permettre l'établissement de comparaisons valables avec les autres pays. De ce point de vue, sur la liste dressée en 2014 par Thomson Reuters, le Canada s'est classé au 12e rang des chercheurs les plus cités par rapport à sa population, étant donné qu'un bon nombre de plus petits pays possédant d'excellents systèmes de recherche universitaire ont obtenu des résultats supérieurs à leur taille.

[26] Thomson Reuters, *The World's Most Influential Scientific Minds*, 2014.

Promouvoir l'excellence canadienne dans la recherche à l'échelle internationale

Les prix internationaux en sciences, technologie et innovation, particulièrement les prix Nobel, reflètent l'excellence et le profil en recherche des pays sur la scène internationale. En 2015, Arthur McDonald, professeur émérite à l'Université Queen's et directeur de l'Observatoire de neutrinos de Sudbury, est devenu colauréat du prix Nobel de physique de 2015. Titulaire d'un doctorat, M. McDonald a démontré, avec Takaaki Kajita (de l'Université de Tokyo), que les particules subatomiques appelées « neutrinos » changeaient d'identité, réfutant la vieille théorie selon laquelle ces particules n'avaient pas de masse. Cette découverte a transformé notre compréhension du fonctionnement intrinsèque de la matière et montré la nécessité de réinventer la physique, en mettant de côté le modèle dit « normalisé » des particules élémentaires.

M. McDonald est devenu le premier lauréat d'un prix Nobel de sciences* affilié à une université, à une entreprise ou à un établissement de recherche canadien depuis 1994. À titre de comparaison, en 20 ans (de 1994 à 2014), des chercheurs de 15 autres pays ont remporté des prix Nobel de sciences (144 aux États-Unis, 19 au Royaume-Uni, 11 au Japon, 10 en Allemagne et 10 en France). Cinq prix ont été décernés en Israël, dont la population équivaut environ au quart de celle du Canada, alors qu'un à trois chercheurs de chacun des pays suivants ont été récompensés : l'Australie, la Belgique, la Chine, le Danemark, les Pays-Bas, la Norvège, la Russie, la Suède et la Suisse.

Estimant que le nombre de prix Nobel remportés par des Canadiens pendant ces 20 années illustrait mal la qualité des sciences canadiennes, Son Excellence, le très honorable David Johnston, gouverneur général du Canada, a présenté une initiative visant à accroître la visibilité des contributions du Canada à la recherche internationale. Les dirigeants d'universités, d'hôpitaux, d'établissements de recherche et de laboratoires du gouvernement et des entreprises ainsi qu'un comité de sollicitation et les présidents des trois organismes subventionnaires fédéraux participent à cette initiative, intitulée *Promouvoir l'excellence canadienne en matière de recherche à l'échelle internationale*. Leurs efforts concertés visent à appuyer la nomination de chercheurs et de scientifiques canadiens de premier plan pour de prestigieux prix et récompenses.

* Les prix Nobel de sciences comprennent ceux de physique, de chimie, de physiologie ou de médecine et de sciences économiques.

En ce qui a trait aux chercheurs les mieux classés, toutefois, plus le Canada en comptera de façon absolue, plus il pourra attirer d'autres personnes talentueuses éminentes et établir des collaborations internationales en recherche qui auront un grand retentissement. Dans le cas de cet indicateur, il est donc plus utile d'utiliser des nombres absolus pour comparer le rendement du Canada à celui des autres pays. Selon cette mesure, le Canada a joui d'une certaine renommée grâce à ses 96 chercheurs parmi les plus cités en 2014, se classant au sixième rang après les États-Unis, le Royaume-Uni, la Chine, l'Allemagne et le Japon. Sept chercheurs seulement le séparaient du Japon, au cinquième rang (le tableau 3-1 présente les 15 pays les mieux classés). Ce rendement est impressionnant, considérant que le Canada est beaucoup moins populeux que les cinq pays les mieux classés.

Tableau 3-1 : Nombre de chercheurs les plus cités par pays, 2014

Pays	Nombre
États-Unis	1 726
Royaume-Uni	371
Chine	171
Allemagne	163
Japon	103
Canada	96
France	86
Pays-Bas	82
Suisse	77
Australie	75
Italie	52
Espagne	43
Arabie saoudite	34
Danemark	33
Belgique	32

Transfert des connaissances

Le partage des connaissances en accroît la valeur. Le transfert des connaissances – entre et parmi les personnes, les entreprises, les établissements (d'enseignement ou autres) et les gouvernements – peut accélérer les développements scientifiques et technologiques. Il peut permettre aux entreprises de commercialiser des découvertes et des inventions pour mettre de nouveaux produits et procédés sur le marché.

Le transfert des connaissances peut se faire de façon informelle et s'appuyer sur les gens, c'est-à-dire sur le mouvement complexe, organique et constamment changeant et l'interaction des personnes. Bien qu'aucun indicateur ne rende bien compte de la portée et des répercussions de ce phénomène, il se produit lorsque, par exemple, des chercheurs changent de secteur professionnel, d'autres ont des nominations conjointes dans des laboratoires gouvernementaux et des corps professoraux universitaires, des étudiants commencent des stages (coopératifs ou non) pour des employeurs des secteurs privé et public, et des gens d'affaires donnent des conférences dans des établissements d'enseignement supérieur.

Il existe aussi des mécanismes plus officiels de transfert des connaissances, comme la rédaction conjointe d'articles scientifiques et l'octroi de licences d'utilisation de technologies. Malgré la quantité limitée de données fiables concernant ces mécanismes au Canada et dans les autres pays, les statistiques disponibles donnent à penser que le rendement du Canada dans le domaine du transfert des connaissances est demeuré quelconque.

Publications conjointes intersectorielles

Il n'existe aucune donnée comparative sur les autres pays à propos de la rédaction conjointe d'articles scientifiques. Au Canada, toutefois, l'Observatoire des sciences et des technologies mesure le nombre de publications rédigées conjointement par des chercheurs universitaires et des

Recherche coopérative sur les mathématiques en Amérique du Nord : station internationale de recherche de Banff

Fondée en 2003 à Banff, en Alberta, la station internationale de recherche en sciences mathématiques de Banff (BIRS) est le fruit d'une initiative nord-américaine de recherche coopérative et multidisciplinaire sur les mathématiques et leurs applications scientifiques et industrielles. Ses fondateurs se sont inspirés de l'un des établissements les plus réputés au monde dans le domaine des mathématiques, le Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach (en Allemagne).

« BIRS se spécialise dans tous les volets de la recherche quantitative et analytique », explique Nassif Ghoussoub, directeur de la station et titulaire de doctorat. « Ses programmes couvrent presque tous les aspects des mathématiques pures, appliquées, computationnelles et industrielles, de la statistique et de l'informatique. » BIRS choisit et tient quelque 175 ateliers hebdomadaires par année auxquels participent des physiciens, des biologistes, des ingénieurs, des économistes et des analystes financiers. En 2014, le Mexique a approuvé le projet de construction d'un centre à Oaxaca, la Casa Matemática Oaxaca, où BIRS tiendra plus ou moins 25 autres ateliers par année.

BIRS représente une percée importante de la coopération scientifique en Amérique du Nord. La station est financée par le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada, la Fondation nationale des sciences des États-Unis, le Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología du Mexique ainsi que le ministère de l'Innovation et de l'Enseignement supérieur de l'Alberta. À titre de premier centre de recherche auquel contribuent quatre gouvernements dans un partenariat d'une telle ampleur, BIRS offre aux étudiants et aux chercheurs nord-américains de nouvelles possibilités excitantes ainsi que l'occasion de fraterniser avec leurs pairs des autres pays, dans une multitude de disciplines et jusque dans les plus hautes sphères. Selon M. Ghoussoub, « ce qui donne à BIRS un poids unique, c'est son rôle de catalyseur de collaborations entre chercheurs et de multiplicateur de possibilités, qui montre à quel point les pays peuvent accomplir de plus grandes choses ensemble que seuls ».

chercheurs d'autres secteurs des STI. En 2013, 24,2 % des publications de chercheurs universitaires canadiens ont été rédigées conjointement avec au moins un chercheur d'un autre secteur (une hausse par rapport à 20,4 % en 2004)[27]. De 2004 à 2013, les chercheurs du milieu hospitalier sont ceux qui ont collaboré le plus fréquemment à la rédaction d'articles, ayant cosigné 13,1 % des publications des chercheurs universitaires. Les chercheurs du gouvernement fédéral se sont classés au deuxième rang (à 4,5 %), suivis par ceux de l'industrie et ceux des gouvernements provinciaux (ex æquo à 2,6 %).

Dans la logique des nombreuses collaborations entre les chercheurs universitaires et ceux des hôpitaux pendant cette période, les taux de collaboration les plus élevés ont été compilés dans les domaines de la médecine clinique (35,6 %), de la recherche biomédicale (26,6 %) et de la biologie (26,0 %). Le seul autre domaine dans lequel un taux de collaboration notable a été observé est celui des sciences de la Terre et de l'espace (20,7 %).

Octroi de licences d'utilisation de technologies

Une autre méthode officielle de transfert des connaissances consiste, pour les chercheurs et les établissements universitaires et gouvernementaux, à octroyer aux entreprises des licences d'utilisation de leurs technologies. Cet octroi peut être effectué par des intermédiaires (comme des bureaux de transfert de la technologie et des centres de commercialisation) ainsi que par des représentants des gouvernements dans le cadre de programmes de soutien à la commercialisation de la recherche.

L'Association of University Technology Managers (AUTM) publie des données sur les activités de transfert des connaissances menées au Canada et aux États-Unis par un échantillon d'universités et d'hôpitaux de recherche affiliés dans chaque pays. Bien qu'elles ne soient pas exhaustives et ne puissent donc pas faire autorité, les données recueillies donnent une idée des activités canadiennes et américaines. Les derniers chiffres reçus de l'AUTM montrent que les États-Unis ont continué d'accorder plus de licences et de percevoir plus de revenus connexes que le Canada.

En 2012, les établissements d'enseignement supérieur canadiens recensés ont accordé en moyenne 16 licences chacun; les établissements américains en ont accordé 35 chacun[28]. Le nombre de licences accordées a connu une légère augmentation au Canada de 2007 à 2009, avant de diminuer jusqu'en 2012. Par conséquent, le nombre de licences et d'options de licences accordées a diminué de 5,9 %[29] par rapport à 2007, l'année de référence. En revanche, pour la même période, le nombre de licences et d'options accordées aux États-Unis a augmenté de 25 %.

Les revenus de licences perçus par les établissements canadiens et américains ont connu une augmentation constante de 2009 à 2012, mais les établissements d'enseignement supérieur américains recensés en ont perçu beaucoup plus que les établissements canadiens. En moyenne, en 2012, chaque établissement canadien a perçu 2,2 millions de dollars canadiens en revenus de licences, et chaque établissement américain, 13,5 millions de dollars américains. L'écart était à peu près le même en 2007 (1,6 million de dollars canadiens pour chaque établissement canadien par rapport à 12,6 millions de dollars américains pour chaque établissement américain).

Conclusion

Le Canada a continué d'obtenir d'excellents résultats quant aux mesures liées à la qualité de sa production de connaissances : ses universités ont pris la tête du deuxième tiers des pays au classement mondial, il s'est bâti une renommée en accueillant des chercheurs de pointe, et le nombre de citations d'articles de recherche canadiens (indice d'impact relatif) était encore supérieur à la moyenne mondiale. Il ne doit toutefois pas se contenter de ses réalisations actuelles, car sur le plan de ses investissements en R-D (soit de ses DIRD et DIRDES), il a commencé à prendre du retard par rapport à ses concurrents. Il doit maintenir la cadence des autres pays pour demeurer compétitif et donner à ses universités et à ses chercheurs le soutien qui leur permettra d'exceller sur la scène internationale.

---

[27] Observatoire des sciences et des technologies, *Bibliometric Indicators on Intersectoral Collaboration of Canadian Universities (2004-2013): Methodological Note and Short Analysis*, février 2015.

[28] Association of University Technology Managers, *Canadian Licensing Activity Survey: FY2012. U.S. Licensing Activity Survey: FY2011, 2012, 2013.* L'échantillon canadien contenait 33 établissements, et l'échantillon américain, environ 190.

[29] Pourcentage calculé en fonction des chiffres normalisés par les établissements déclarants pour les années comparées.

CHAPITRE 4 : DES PERSONNES TALENTUEUSES

4

Les pays se livrent une compétition féroce afin d'attirer des personnes talentueuses possédant les connaissances et les compétences avancées nécessaires pour exploiter les STI et répondre aux besoins des employeurs. Pour déterminer si le Canada suit le rythme dans ce domaine, trois facteurs qui favorisent la réussite et définissent le leadership doivent être examinés :

- la capacité de former des personnes talentueuses possédant les connaissances et les compétences requises, y compris des titulaires de doctorat en sciences et en génie (facteur englobant un autre indicateur cible);
- la formation des enfants et des jeunes;
- la force des liens unissant le Canada au bassin mondial de talents et de connaissances.

Personnes talentueuses possédant les connaissances et les compétences nécessaires

La population très instruite du Canada est un atout, car l'éducation jette les bases de la découverte et de l'innovation. Le Canada est demeuré aux premiers rangs des pays de l'OCDE en 2012 pour la proportion de la population détenant un diplôme d'enseignement postsecondaire[30]. La proportion semblable d'habitants possédant un diplôme d'études collégiales a contribué grandement à la position de chef de file du Canada pour cet indicateur.

Principales constatations

- Le Canada a doublé le nombre de doctorats décernés en sciences et en génie (par 100 000 habitants) de 2006 à 2012, passant de la 19e à la 17e place au classement mondial. Se situant à 69 % du seuil des cinq pays en tête du classement (comparativement à 41 %), il a nettement amélioré son rendement quant à cet indicateur cible.
- Bien que le nombre de ses diplômés (excluant les titulaires de doctorat) en sciences, en génie, en études commerciales et en santé ait augmenté de 7 % de 2006 à 2012, le Canada a glissé légèrement dans le classement, passant du 14e au 16e rang.
- En 2012, le Canada était cinquième parmi les pays de comparaison quant au nombre de diplômés collégiaux en études commerciales, en génie, en sciences et en santé (une chute de trois places par rapport à 2008).
- Les adultes canadiens ont obtenu d'excellents résultats aux tests internationaux de littératie, de numératie et de résolution de problèmes. Les Canadiens de 15 ans ont continué d'obtenir de bons résultats en compréhension de l'écrit, en mathématiques, en sciences et en résolution créative de problèmes, bien que le classement international du Canada ait glissé légèrement.
- Le pourcentage d'étudiants étrangers inscrits aux universités et aux collèges canadiens a augmenté de 2007 à 2012, passant de 7,7 à 8,2 %. Malgré cette hausse, le Canada a chuté de la cinquième place en 2007 à la septième place en 2012 par rapport à ses concurrents mondiaux.

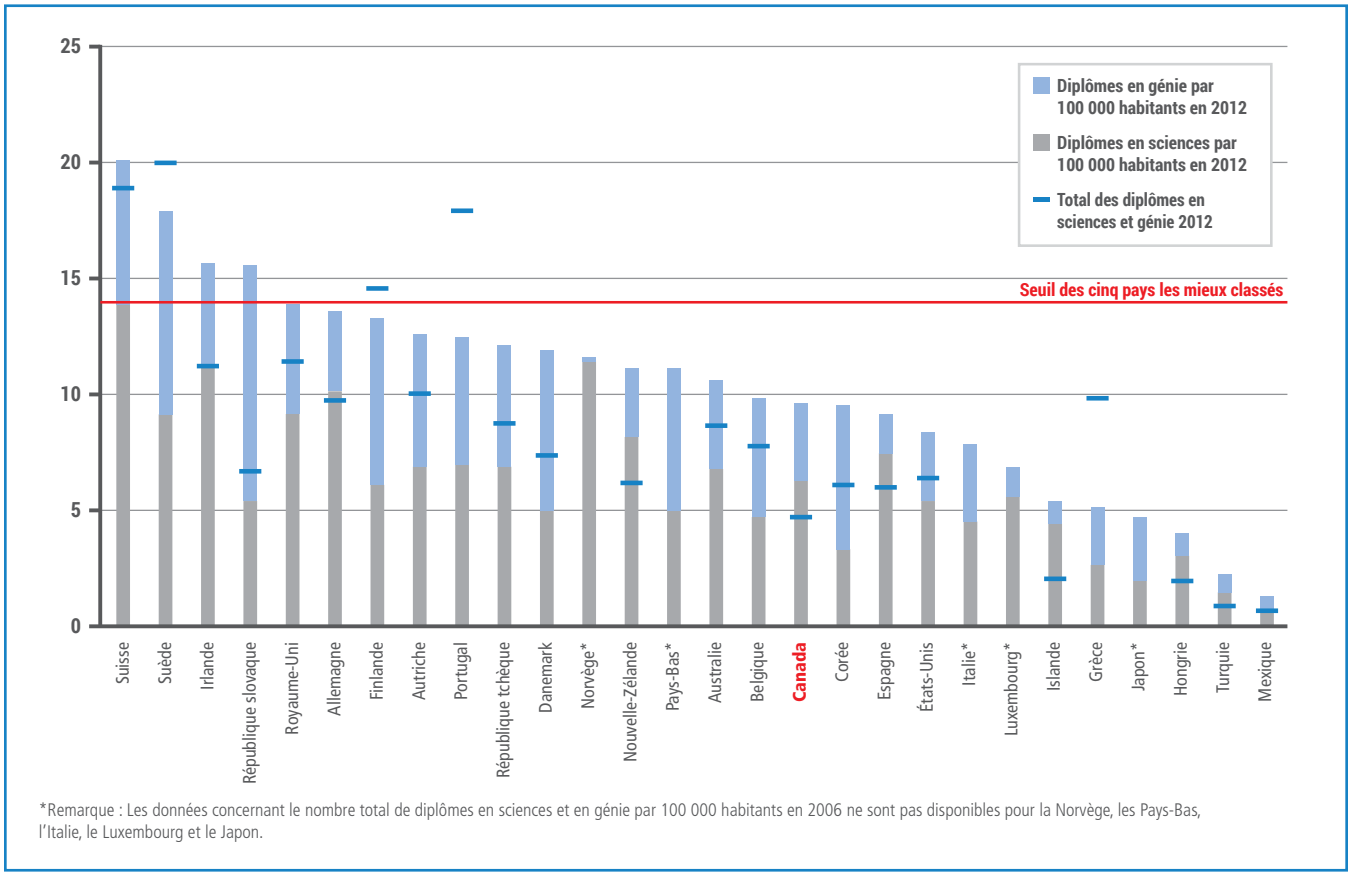
[30] OCDE, *Regards sur l'éducation*, 2014.

Les connaissances nécessaires

Les titulaires de doctorat représentent les meilleurs talents dans un monde où la création et l'application de nouvelles connaissances favorisent la croissance économique et les progrès sur le plan social. Bien que le Canada soit demeuré en milieu de peloton en 2012 quant au nombre de doctorats décernés en sciences et en génie par tranches de 100 000 habitants, il a affiché une croissance importante à ce chapitre. De 2006 à 2012, ce nombre a plus que doublé, passant de 4,6 à 9,6 doctorats par 100 000 habitants (en 2012, les domaines scientifiques représentaient les deux tiers du total, et le génie, le tiers restant). Cette hausse a permis au Canada, qui se classait au 19e rang de 23 pays en 2006, de progresser au 17e rang de 28 pays en 2012, devant les États-Unis, en 20e position. Plus particulièrement, la position du Canada est passée de 41 % à 69 % du seuil des cinq pays en tête du classement, soit la Suisse, la Suède, l'Irlande, la République slovaque et le Royaume-Uni (figure 4-1)[31].

Bien que le Canada soit demeuré en milieu de peloton en 2012 quant au nombre de doctorats décernés en sciences et en génie par tranches de 100 000 habitants, il a affiché une croissance importante à ce chapitre.

Figure 4-1 : Diplômés de troisième cycle en sciences et en génie par 100 000 habitants, 2012



*Remarque : Les données concernant le nombre total de diplômes en sciences et en génie par 100 000 habitants en 2006 ne sont pas disponibles pour la Norvège, les Pays-Bas, l'Italie, le Luxembourg et le Japon.

Source : OCDE, *Diplômés selon le domaine d'études et par population*, octobre 2014.

[31] OCDE, Diplômés selon le domaine d'études et par population, octobre 2014.

Grands Défis Canada : Aimer la toilette, une nouvelle stratégie de conception et d'entreprise pour améliorer l'assainissement dans les régions rurales du Népal

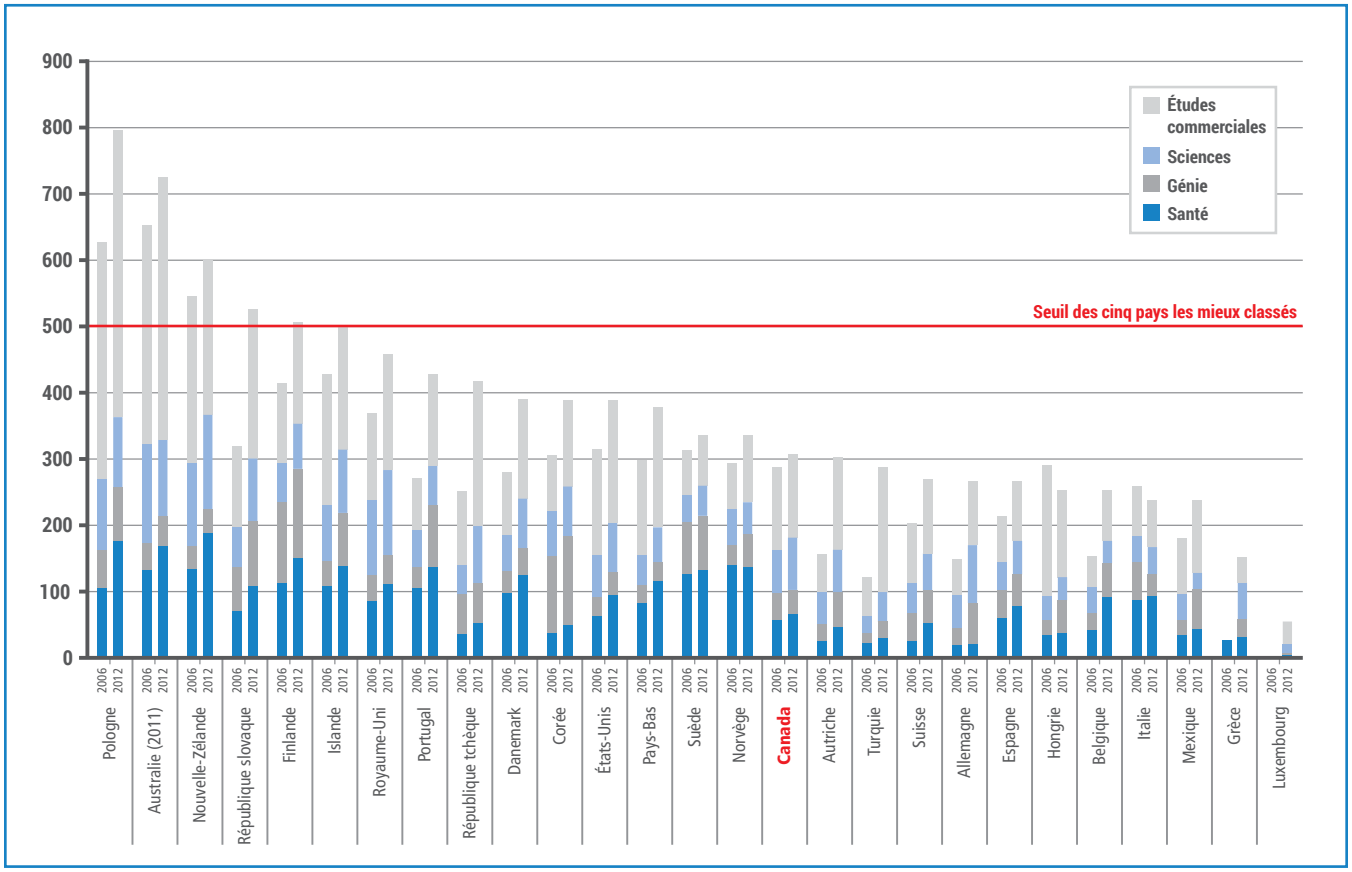
Quelque 2,5 milliards de personnes dans le monde n'ont pas d'installations sanitaires et d'hygiène adéquates, ce qui entraîne d'énormes problèmes de santé et même la mort. Grands Défis Canada (GDC), qui finance des innovateurs dans les pays à faible revenu ou à revenu intermédiaire et au Canada, soutient iDE Canada, un projet d'assainissement au Népal, pour contribuer à résoudre ce problème. Établi à Winnipeg, iDE appuie de petites entreprises dans les pays en développement et renforce les capacités des entrepreneurs du Népal à développer un marché durable pour les latrines. Un élément clé de cette approche innovatrice est la commercialisation de toilettes simples et peu coûteuses comme symbole de statut social et la promotion de l'assainissement comme source abordable de fierté.

« L'approche traditionnelle – les messages habituels de santé publique associés à des programmes de cadeaux qui contournent les entreprises locales – ne fonctionne pas », affirme Stu Taylor, directeur de la mesure du rendement à iDE. « Notre expérience montre que lorsqu'on rend l'assainissement abordable et souhaitable pour les utilisateurs – et rentable pour les entreprises – le succès est immédiat. » La stratégie de marketing d'iDE est complétée par la formation de petits producteurs et entrepreneurs locaux à la fabrication et à la vente de latrines de conception simple, peu coûteuses et faciles à installer en quelques heures.

En un an seulement, iDE a facilité la fabrication et la vente de plus de 15 000 latrines. Sur trois ans, grâce à une production totale prévue de 50 000 latrines, le projet devrait améliorer les conditions de vie de quelque 250 000 Népalais tout en établissant un modèle d'entrepreneuriat social viable pour faire face à cette crise de santé publique urgente.

iDE est un exemple parfait du concept d'« innovation intégrée » de GDC : l'application coordonnée de l'innovation scientifique et technologique ainsi que sociale et commerciale pour concevoir des solutions à des défis complexes. Cette approche fait ressortir les synergies que peut engendrer le mariage de ces trois formes d'innovation.

Figure 4-2 : Diplômés universitaires (formation tertiaire de type A) en santé, en génie, en sciences et en études commerciales par 100 000 habitants, 2006 et 2012



Source : OCDE, *Diplômés selon le domaine d'études et par population*, octobre 2014.

Quant au sexe des titulaires de doctorat, les chiffres montrent que 32,9 % des titulaires canadiens de doctorat en sciences et en génie en 2012 étaient des femmes, comparativement à 27,2 % en 2006. Cette proportion était nettement inférieure à celle des pays les mieux classés auxquels le Canada se mesure souvent, comme le Royaume-Uni (49 %) et les États-Unis (46 %). En 2012, le Canada se classait au 20e rang (de 28 pays) à ce chapitre, une légère amélioration par rapport à son 21e rang (de 23 pays) en 2006. Bien que ces données reflètent un déséquilibre entre les sexes au Canada, la tendance à la hausse du nombre de femmes titulaires de doctorat est encourageante. De 2006 à 2012, le nombre de femmes titulaires de doctorat en sciences par 100 000 habitants a grimpé de 144,8 %[32]; ce taux de croissance était supérieur à celui de tous les autres pays de l'OCDE, sauf la Turquie. Le nombre de femmes titulaires de doctorat en génie par 100 000 habitants a augmenté de 163 %[33], ce qui représente une croissance plus rapide que celle de pays comme l'Australie, le Royaume-Uni et les États-Unis.

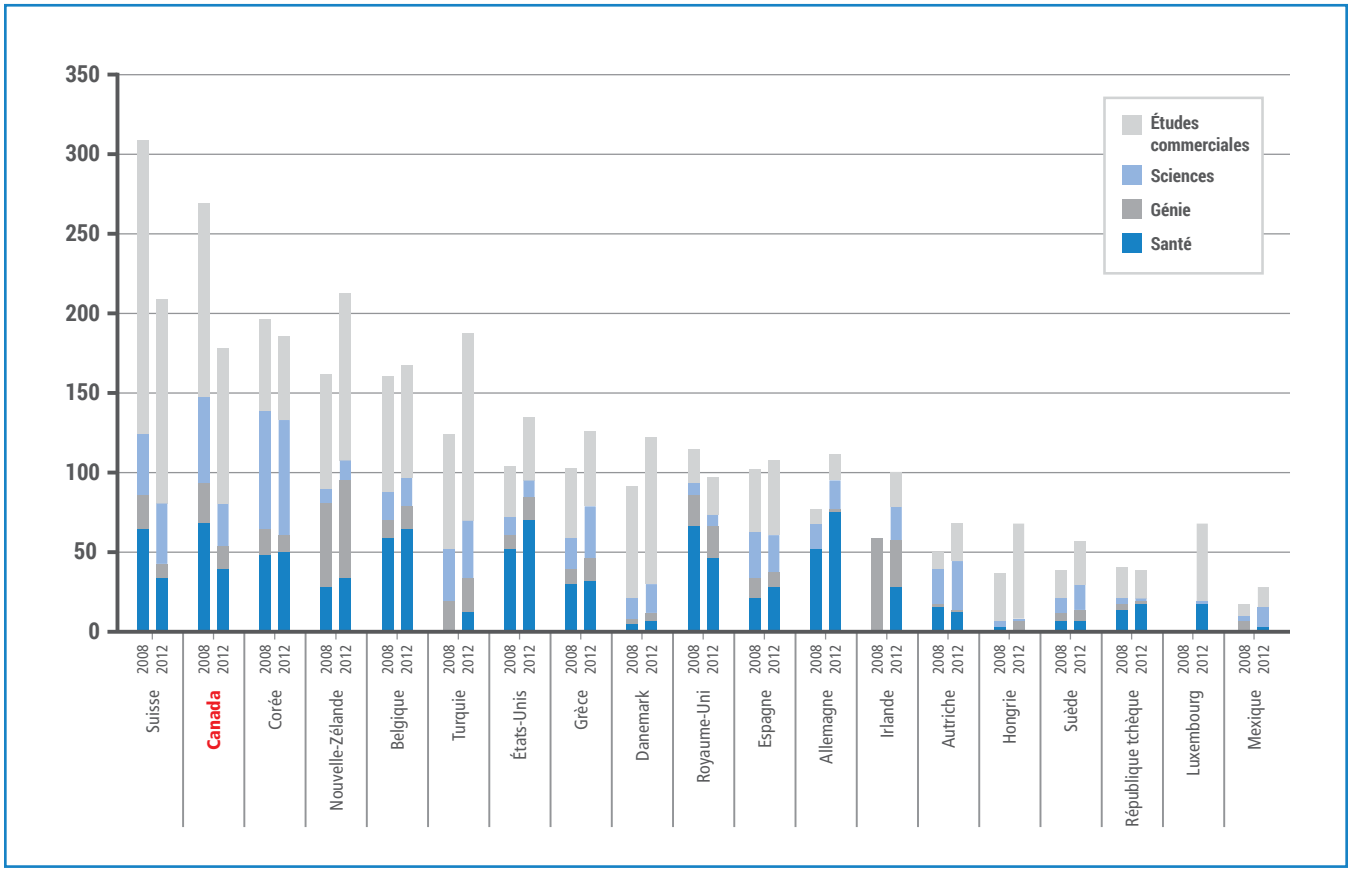
Pour ce qui est des autres cycles universitaires, le nombre de diplômés (excluant les titulaires de doctorat) en sciences, en génie, en études commerciales et en santé par 100 000 habitants au Canada était inférieur à celui de bien d'autres pays. La hausse de 7 % qu'a connue le Canada à ce chapitre de 2006 à 2012 est moins importante que celle observée dans la plupart des autres pays. Par conséquent, le Canada est tombé de la 14e à la 16e place au classement mondial dans cette catégorie (figure 4-2)[34]. En outre, l'écart

[32] Tableaux du CSTI selon les données de l'OCDE, *Diplômés selon le domaine d'études*, octobre 2014.

[33] Tableaux du CSTI selon les données de l'OCDE, *Diplômés selon le domaine d'études*, octobre 2014.

[34] OCDE, *Diplômés selon le domaine d'études et par population,* octobre 2014.

Figure 4-3 : Diplômés collégiaux (formation tertiaire de type B) en études commerciales, en génie, en sciences et en santé par 100 000 habitants, 2008 et 2012



Source : OCDE, *Diplômés selon le domaine d'études et par population*, octobre 2014.

entre le Canada et les cinq pays en tête du classement s'est creusé : le Canada se situait à 61 % du seuil des cinq pays les mieux classés en 2012, comparativement à 69 % en 2006. Même s'il a obtenu de meilleurs résultats que la Suisse et l'Allemagne, le Canada accusait un retard par rapport à ses principaux concurrents, comme les États-Unis, le Royaume-Uni et les pays nordiques.

Au niveau collégial, en 2012, le Canada était cinquième parmi les pays de comparaison quant au nombre de diplômés en études commerciales, en génie, en sciences et en santé par 100 000 habitants (figure 4-3)[35], surclassant ainsi la majorité des pays de l'OCDE à cet égard. Ces résultats étaient toutefois inférieurs à la deuxième position qu'occupait le Canada en 2008. Cette baisse reflète la diminution de 33 % du nombre de diplômés collégiaux au Canada de 2008 à 2012.

Les compétences nécessaires

Pour répondre aux besoins des employeurs en STI au pays et pour préparer les gens à démarrer et à développer leur propre entreprise innovante, les connaissances disciplinaires et techniques doivent être complétées par une gamme de compétences plus étendues. Citons notamment les aptitudes cognitives de base comme la littératie et la numératie, les aptitudes cognitives d'ordre supérieur comme la résolution créative de problèmes et la pensée critique, les compétences en affaires et en gestion ainsi que l'esprit d'équipe et les compétences en communication. Bien que ces compétences soient fortement recherchées, l'absence de données fiables (tant au Canada qu'à l'étranger) limite la capacité à bien faire état du rendement du Canada.

[35] OCDE, *Diplômés selon le domaine d'études et par population*, octobre 2014.

Les résultats de 2013 du Programme pour l'évaluation internationale des compétences des adultes (PEICA) de l'OCDE fournissent des données sur les compétences des Canadiens de 16 à 65 ans. En littératie, le Canada occupait le 10e rang (note moyenne), se situant à 98 % du seuil des cinq pays les mieux classés (Japon, Finlande, Pays-Bas, Australie et Suède) et devant les pays en tête en STI comme la Corée, le Royaume-Uni, l'Allemagne et les États-Unis[36]. En numératie et en résolution de problèmes dans un environnement hautement technologique, il tenait la 13e et la 7e position, respectivement. Selon ces deux indicateurs, le Canada se situait à environ 95 % du seuil des cinq pays les mieux classés (en numératie, il s'agissait du Japon, de la Finlande, des Pays-Bas, de la Suède et de la Norvège; en résolution de problèmes dans un environnement hautement technologique, il s'agissait de la Suède, de la Finlande, des Pays-Bas, de la Norvège et du Danemark). Le Canada comptait une plus grande proportion d'adultes aux niveaux de compétence inférieurs dans les trois domaines (par rapport à la moyenne de l'OCDE), notamment chez les Autochtones habitant au Nunavut et dans les Territoires du Nord-Ouest (voir les résultats détaillés du PEICA à l'annexe 4).

Les différences entre les sexes dans le choix d'un programme universitaire en sciences, technologie, génie et mathématiques (STGM)

Selon une étude de Statistique Canada en 2013, les hommes étaient deux fois plus susceptibles que les femmes d'opter pour un programme en STGM comme premier choix à l'université. Les femmes étaient beaucoup plus susceptibles d'arrêter leur choix sur un programme en sciences sociales. Même les femmes ayant obtenu des notes plus élevées selon le Programme international pour le suivi des acquis des élèves (PISA) étaient moins susceptibles de choisir un programme universitaire en STGM que les hommes dont les notes étaient inférieures (23 % contre 39 %). La plupart des femmes optaient pour les sciences sociales, peu importe leurs compétences en mathématiques. En revanche, les hommes étaient toujours davantage portés à choisir un programme en STGM, même si leur niveau de compétence en mathématiques évalué par le PISA était plus faible.

Source : Darcy Hango, *Les différences entre les sexes dans les programmes de sciences, technologies, génie, mathématiques et sciences informatiques (STGM) à l'université,* Statistique Canada, nº 75-066-X au catalogue, décembre 2013.

Une solide formation

L'élargissement du bassin de personnes talentueuses dans un pays repose sur la solide formation des enfants et des jeunes. Le Canada a continué d'obtenir de bons résultats selon le Programme international pour le suivi des acquis des élèves (PISA) de l'OCDE, qui évalue les compétences des jeunes de 15 ans en compréhension de l'écrit, en mathématiques et en sciences.

D'après les résultats du PISA de 2012, le Canada occupait toujours l'un des premiers rangs, même si son classement relatif avait légèrement diminué. En 2012, le Canada occupait la 8e place en compréhension de l'écrit (il était au 6e rang en 2009)[37], la 13e place en mathématiques (il était au 10e rang en 2009) et la 9e place en sciences (il était au 8e rang en 2009) (voir les répartitions détaillées à l'annexe 4)[38]. Au Canada, comme dans bien d'autres pays, on a continué d'observer une importante variation du rendement selon le sexe, les filles ayant obtenu de meilleurs résultats que les garçons en compréhension de l'écrit, et les garçons ayant obtenu de meilleurs résultats que les filles en mathématiques et en sciences.

Les résultats des examens en compréhension de l'écrit montrent que le rendement des Canadiens de 15 ans était à environ 97,6 % (comparativement à 99,6 % en 2009) du seuil des cinq pays les mieux classés (Japon, Finlande, Pays-Bas, Australie et Suède) et supérieur à celui des jeunes de pays en tête en STI comme la Corée, le Royaume-Uni, l'Allemagne et les États-Unis. Le Canada se situait à 93,5 % du seuil des cinq pays les mieux classés en mathématiques (par rapport à 97 % en 2009), loin devant les États-Unis, mais derrière Shanghai (Chine), Singapour, Hong Kong

[36] Calculs du CSTI selon les données de l'OCDE (octobre 2012) et de Statistique Canada, d'Emploi et Développement social Canada et du Conseil des ministres de l'Éducation (Canada), *Les compétences au Canada : Premiers résultats du Programme pour l'évaluation internationale des compétences des adultes (PEICA),* nº 89-555-X au catalogue, 2013.

[37] La modification des pays représentés dans le cadre du PISA en 2012, en 2009 et en 2006 limite grandement la capacité à comparer le rendement du Canada à celui d'autres pays. C'est pourquoi l'année 2009 sert de point de comparaison pour le PISA.

[38] OCDE, *Résultats du PISA 2012 : Savoirs et savoir-faire des élèves : Performance des élèves en mathématiques, en compréhension de l'écrit et en sciences,* volume I, version révisée, février 2014.

(Chine), le Taipei chinois et la Corée. En sciences, le Canada se situait à 96 % du seuil des cinq pays les mieux classés, soit Shanghai (Chine), Hong Kong (Chine), Singapour, le Japon et la Finlande (par rapport à 98 % en 2009).

Les gens qui excellent en sciences, en technologie, en innovation et en entrepreneuriat sont souvent capables de résoudre des problèmes de façon créative, d'accueillir les nouvelles idées, de prendre des risques calculés et de saisir les occasions grâce à leur intuition et à leur ambition. Les résultats du PISA montrent qu'en 2012, les élèves de Singapour, de la Corée et du Japon, habituellement en tête du classement pour ce qui est des STI, ont obtenu de meilleures notes (entre 552 et 562) en résolution de problèmes que les élèves des autres pays, y compris le Canada. Avec une note de 526, les élèves canadiens ont néanmoins surclassé les élèves d'autres pays en tête en STI, dont l'Allemagne, les États-Unis et la Norvège[39].

Personnes talentueuses branchées sur le monde

Les personnes accomplies, hautement recherchées à l'échelle du globe, sont de plus en plus disposées et aptes à se déplacer là où les meilleures occasions se présentent. Compte tenu de sa population restreinte et de son petit bassin de talents, le Canada se doit d'être compétitif en recrutant les personnes les plus talentueuses du monde. Ces relations internationales peuvent apporter les connaissances, les compétences, l'expérience et les réseaux dont le Canada a besoin pour améliorer sa stratégie en STI.

Étude transfrontalière de l'écosystème de la mer de Beaufort : Stantec (Terre-Neuve-et-Labrador)

En 2014, le Bureau of Ocean Energy Management et l'équipe du National Oceanographic Partnership Program aux États-Unis ont choisi la société américaine d'experts-conseils Stantec (bureaux de Terre-Neuve-et-Labrador) pour jouer un rôle de premier plan dans l'étude des écosystèmes marins de l'Arctique. Ce projet stimulant vise à approfondir la compréhension de l'environnement de la mer de Beaufort, notamment des relations entre ses milieux physique, biologique, chimique et humain, ainsi qu'à améliorer la capacité des scientifiques d'anticiper les liens entre la vie marine, l'activité humaine, la banquise, les processus atmosphériques et océaniques et le débit des cours d'eau. L'étude améliorera les connaissances dans divers domaines, tels que la protection de l'environnement, les changements climatiques, la salubrité des aliments, la biodiversité, l'exploration et les services écosystémiques. Ces connaissances éclaireront les décisions des gouvernements, de l'industrie et des communautés quant à la réglementation, à la gestion des ressources, au développement économique et à la protection de l'environnement.

L'étude portera sur la frontière Canada-États-Unis le long de la plateforme de la mer de Beaufort entre la Pointe Barrow, en Alaska, et le delta du Mackenzie. Elle intégrera des recherches menées dans 10 domaines (dont sept par Stantec) et reposera sur la contribution des Inupiat et des Inuvialuit, et de plus de 25 universités, organismes de recherche en environnement, sociétés d'experts-conseils et scientifiques indépendants. L'étude fera appel à différents outils d'échantillonnage (bateaux, drones, satellites, autoneiges, etc.), techniques d'échantillonnage (sondes de glace et de neige, capteurs acoustiques et filets) et méthodes de modélisation de l'océan, de la glace et de l'air.

Selon Diane Ingraham, gestionnaire du projet pour le Canada, il s'agit d'une occasion rêvée de mettre à profit l'expertise acquise dans les domaines du pétrole et du gaz extracôtiers et de la gestion de projets d'envergure dans des conditions difficiles. Ces compétences serviront à mener à bien le projet dans la mer de Beaufort au large des côtes de l'Alaska.

[39] OCDE, « Trouver des solutions créatives : quelles sont les compétences des jeunes de 15 ans en résolution de problèmes? », *PISA à la loupe*, avril 2014.

Étudiants étrangers

Un excellent moyen de renforcer les liens internationaux avec la stratégie mondiale en STI est d'attirer les étudiants étrangers dans les universités, les écoles polytechniques et les collèges canadiens. En 2012, 8,2 % des personnes étudiant au Canada venaient de l'étranger, comparativement à 7,7 % en 2007. C'est plus du double de la proportion aux États-Unis (3,5 %). Malgré cette hausse, le classement mondial du Canada est passé de la cinquième place en 2007 à la septième place en 2012, à 53 % du seuil des cinq pays les mieux classés (Australie, Royaume-Uni, Suisse, Nouvelle-Zélande et Autriche).

Immigration

Des immigrants compétents et très instruits peuvent aussi largement contribuer à l'innovation au Canada. Une étude réalisée aux États-Unis montre que les immigrants sont surreprésentés parmi les propriétaires d'entreprises, les fondateurs d'entreprises de haute technologie en démarrage, les détenteurs de brevets, les lauréats de prix Nobel et les exportateurs[40]. Malheureusement, aucune donnée semblable n'a été recueillie pour le Canada. Des données nouvelles et améliorées sont nécessaires pour évaluer le rôle et le rendement des immigrants dans l'écosystème des STI du Canada et ainsi mieux comprendre la dynamique de cet écosystème.

Publications conjointes internationales

La recherche coopérative avec les pairs et les établissements d'autres pays, mise en évidence dans les publications conjointes internationales, est un autre bon moyen de réunir le bassin mondial de talents et de connaissances. En 2012, les publications conjointes internationales comptaient pour 45,2 % de toutes les publications du Canada, contre 42,1 % en 2006[41]. Il s'agit d'une hausse constante observée depuis 1980.

En dépit de cette augmentation, le Canada tenait le 12e rang (de 30 pays) à cet égard en 2012, se situant à 79 % du seuil des cinq pays les mieux classés (une chute du 4e rang en 2006, où il était à 102 % du seuil). Sept pays parmi ceux qui ont surclassé le Canada étaient de petits pays européens qui cherchaient activement des occasions de collaboration internationale : la Suisse, l'Autriche, la Belgique, le Danemark, la Suède, les Pays-Bas et la Finlande. Les autres pays ayant dépassé le Canada, mais de façon moins nette, étaient plus peuplés (sauf un) : la France, le Portugal, le Royaume-Uni et l'Allemagne.

Conclusion

Le bassin de talents du Canada demeure un atout. En 2012, le Canada était aux premiers rangs des pays de l'OCDE quant au pourcentage de la population détenant un diplôme d'enseignement post-secondaire. Il affichait une proportion semblable d'habitants possédant un diplôme d'études collégiales. Toujours en 2012, bien que le rendement du Canada selon le PISA ait très légèrement diminué, il se situait tout juste sous le seuil des cinq pays les mieux classés quant aux résultats des jeunes de 15 ans en compréhension de l'écrit, en mathématiques et en sciences. De même, en 2013, le Canada se situait très légèrement sous le seuil des cinq pays les mieux classés quant aux résultats des adultes en littératie, en numératie et en résolution de problèmes dans un environnement hautement technologique. Malgré un rendement inférieur à celui de ses concurrents, le Canada a réalisé des progrès considérables en 2012 en augmentant le nombre de titulaires de doctorat en sciences et en génie. Toutefois, le rendement du Canada au chapitre de l'accueil de personnes talentueuses semble à la baisse : en 2012, le pays est passé en 16e position quant au nombre de diplômés en sciences, en génie, en études commerciales et en santé (excluant les titulaires de doctorat).

Le développement des talents est essentiel, certes, mais il est tout aussi important de comprendre la façon dont les talents sont mis à profit au Canada. Malgré l'absence de données permettant de suivre le cheminement professionnel des diplômés universitaires et collégiaux, notamment des titulaires de doctorat, l'analyse présentée au chapitre 2 montre clairement que le secteur privé du Canada n'accueille pas autant de chercheurs de premier plan que les pays concurrents.

---

[40] Organisation mondiale de la propriété intellectuelle, *U.S. High-Skilled Immigration, Innovation and Entrepreneurship: Empirical Approaches and Evidence*, document de recherche économique nº 16, 2014.

[41] Observatoire des sciences et des techniques, *Tableaux d'indicateurs de référence et rapports à télécharger,* 2014.

CHAPITRE 5 : CONCLUSION – BÂTIR L'AVENIR DU CANADA GRÂCE AUX SCIENCES, À LA TECHNOLOGIE ET À L'INNOVATION

5

Les sciences, la technologie et l'innovation (STI) stimulent la productivité et la compétitivité, en plus d'apporter des solutions aux défis liés à santé, à l'environnement et à la société. Pour assurer un niveau et une qualité de vie supérieurs à ses habitants, le Canada doit rechercher de façon proactive (et obtenir) un avantage concurrentiel durable en STI, en plus de joindre les rangs des pays les mieux classés.

L'état des lieux en 2014 confirme les observations des rapports précédents : le Canada possède de solides bases quant à la formation de sa population et à la qualité de sa production de connaissances. Les Canadiens peuvent en être fiers, sans toutefois tomber dans la complaisance. Il faut investir dans le maintien et le rehaussement de l'excellence. Ces dernières années, d'autres pays ont augmenté leur financement de la recherche-développement (R-D) plus rapidement que le Canada, comme en témoigne la baisse du classement relatif du Canada (c'est-à-dire sa compétitivité) en ce qui a trait aux indicateurs de financement de la R-D. Le Canada doit suivre le rythme en accroissant ses investissements de façon à assurer et à renforcer ses avantages concernant les connaissances et les talents.

À l'échelle mondiale, le Canada n'est pas compétitif sur le plan de l'innovation des entreprises. Pour ce qui est des facteurs de réussite dans ce domaine, l'écart se creuse entre le Canada et ses concurrents mondiaux…

Pour le Canada, l'innovation des entreprises représente l'enjeu majeur dans le secteur des STI. L'analyse fournie dans le présent rapport confirme une conclusion alarmante : à l'échelle mondiale, le Canada n'est pas compétitif sur le plan de l'innovation des entreprises. Pour ce qui est des facteurs de réussite dans ce domaine, l'écart se creuse entre le Canada et ses concurrents mondiaux, particulièrement les cinq pays en tête du classement.

L'innovation des entreprises est essentielle pour que le Canada puisse convertir ses avantages quant aux connaissances et aux talents en gains de productivité et en produits commercialisables qui assureront sa prospérité. Le Canada doit augmenter le nombre d'entreprises qui utilisent et gèrent l'innovation comme stratégie de compétitivité et de croissance. Toutefois, les efforts déployés collectivement pour améliorer le rendement au chapitre de l'innovation des entreprises ne semblent avoir eu que très peu d'effets, voire aucun. Il est évident que nous n'avancerons à rien en faisant toujours les mêmes choses de la même façon. Nous devons revoir sérieusement notre façon de procéder si nous voulons améliorer le rendement du Canada en ce qui concerne l'innovation des entreprises.

Tous les acteurs ont leur rôle à jouer dans l'amélioration du mauvais rendement du Canada en innovation des entreprises et dans le renforcement de ses avantages dans les domaines des connaissances et des talents. L'écosystème des STI est un ensemble d'éléments complexes, dynamiques et interdépendants de concurrence et de collaboration. Bien que, pour réussir, tous les acteurs doivent viser l'excellence dans leurs domaines respectifs, ils doivent aussi collaborer étroitement, sur le modèle d'un système, pour effectuer des changements. Il ne s'agit pas simplement d'augmenter la collaboration, mais d'*intégrer* les organisations, les activités et les mécanismes de financement dans un ensemble plus cohérent et coordonné. De leur côté, les gouvernements, les établissements d'enseignement supérieur et les entreprises doivent créer et mettre en œuvre des programmes d'une manière plus stratégique. L'adoption d'une approche systémique permettra d'accroître les retombées des investissements en STI.

Pour améliorer le rendement du Canada en STI, il faut bien connaître et comprendre les progrès qu'il a réalisés dans ce domaine, de même que les défis et les occasions qui se présentent. Comme le mentionne le présent rapport, cette compréhension est limitée à certains égards par l'absence de données fiables concernant le Canada et les autres pays. C'est pourquoi il faut grandement améliorer la collecte et l'analyse de données sur les STI au Canada et à l'étranger.

Par exemple, dans le domaine de la santé, l'administration fédérale a créé l'Institut canadien d'information sur la santé, qui recueille des données pertinentes et utiles selon une méthode normalisée auprès de l'ensemble des provinces et des territoires. Voilà qui permet de mieux comprendre l'état du système de santé au Canada, c'est-à-dire les points à améliorer ainsi que les mesures prises et les progrès réalisés. Le temps est venu d'entreprendre une initiative semblable pour compiler et analyser les données sur les STI et ainsi réellement mesurer le rendement du Canada. Ce qui n'est pas mesurable n'est pas gérable.

Stratégie d'avenir

Innovation des entreprises

La grande priorité pour le Canada en STI est d'augmenter le nombre d'entreprises qui utilisent et gèrent l'innovation comme stratégie de compétitivité et de croissance. Cette responsabilité revient d'abord au secteur privé, mais les gouvernements ont aussi un rôle incitatif à jouer. Pour arriver à stimuler l'innovation, les gouvernements doivent d'abord favoriser une culture axée sur l'innovation et reconnaître l'importance des STI au sein de leur propre administration.

La grande priorité pour le Canada en STI est d'augmenter le nombre d'entreprises qui utilisent et gèrent l'innovation comme stratégie de compétitivité et de croissance.

Le Canada devrait adopter trois stratégies de base pour améliorer le rendement des entreprises en innovation :

Réduire l'écart de l'investissement des entreprises dans l'innovation

L'innovation est indispensable à l'augmentation de la part de marché et des profits dans une économie de plus en plus concurrentielle et axée sur le savoir. Les dépenses intra-muros de R-D du secteur des entreprises (DIRDE) sont les plus étroitement liées à l'innovation ayant trait à des produits et des procédés. Le secteur privé canadien se doit donc d'accroître considérablement ses investissements en R-D (comme le montre l'indicateur cible de l'*intensité des DIRDE*). Comme le mentionne le chapitre 2, une grande industrie des ressources naturelles n'est pas un obstacle à l'augmentation de l'intensité des DIRDE. En effet, compte tenu de l'importance stratégique de son industrie des ressources naturelles, le Canada devrait être un chef de file en STI dans ce secteur.

Les entreprises doivent également investir davantage dans les technologies de l'information et des communications (TIC) (comme en témoigne l'indicateur cible de l'*intensité des investissements dans les TIC*), qui favorisent l'innovation et la croissance de la productivité. L'augmentation des dépenses en R-D et en TIC stimulera la demande dans l'industrie pour des talents de premier ordre et renforcera la capacité des entreprises à tirer le meilleur parti de ces talents. Ces changements se traduiront par un rendement accru du Canada quant à l'indicateur cible des *ressources humaines en sciences et technologie* et au sous-groupe des *chercheurs dans l'industrie*.

Les associations professionnelles du Canada doivent être davantage proactives et aider leurs membres à comprendre l'importance de l'innovation et la façon de bien la gérer, tout en leur fournissant les réseaux et les outils nécessaires. Voici des exemples d'initiatives à entreprendre :

- « jumelage » visant à encourager les grandes entreprises à se procurer de nouvelles technologies auprès de petites et moyennes entreprises (PME) innovantes;
- mentorat permettant aux gens d'affaires d'expérience de donner des conseils pratiques aux entrepreneurs et aux PME sur la commercialisation des idées et le développement de sociétés innovantes;
- occasions d'intégration pour aider les entreprises (surtout les PME) à trouver et à embaucher des personnes talentueuses en STI.

Rétablir l'équilibre entre le financement public direct et indirect de la R-D des entreprises

Même si la décision d'investir dans l'innovation relève des entreprises, les gouvernements peuvent faire appel à des mécanismes de financement direct et indirect pour soutenir et encourager la R-D dans le secteur privé. Bien que le financement direct soit aussi important que le financement indirect, le Canada se fie davantage au soutien indirect (c'est-à-dire au système fiscal) que les autres pays. Les administrations fédérale et provinciales doivent rétablir

l'équilibre entre le financement direct et indirect, de façon à offrir un meilleur soutien direct aux entreprises pour leurs projets de R-D qui comportent des risques et des avantages élevés. Grâce au soutien direct, le secteur public et le secteur privé peuvent se partager les risques liés à la recherche et au développement d'une nouvelle génération de produits et de procédés. Le financement direct, accordé en fonction de l'excellence concurrentielle, peut aussi encourager l'innovation en récompensant les entreprises les plus innovantes.

Pour rétablir l'équilibre entre le financement direct et indirect de la R-D des entreprises, les gouvernements doivent apporter un soutien additionnel aux projets dont les retombées seront les plus importantes. Ils doivent donc cibler les industries de grande valeur pour l'économie canadienne, en tirant parti de leurs forces en R-D et en innovation. De plus, ils doivent étudier à fond le rendement des petites et grandes entreprises quant à l'introduction d'innovations relatives à des produits et des procédés. Les données révèlent que les grandes entreprises du Canada accusent du retard par rapport à leurs concurrentes mondiales, tandis que les PME figurent en tête de liste. Ces observations suggèrent que les administrations canadiennes doivent avant tout travailler à améliorer le rendement des grandes entreprises au chapitre de l'innovation et à favoriser la croissance des PME innovantes. Le Canada doit augmenter le nombre de grandes entreprises innovantes en vue de favoriser la compétitivité et la croissance de l'emploi, puisque les grandes entreprises sont souvent plus productives et qu'elles ont tendance à investir et à exporter davantage que les PME.

Encourager la prise de risques et la recherche du succès

L'adoption de l'innovation comme stratégie de compétitivité et de croissance exige des entreprises qu'elles soient fondamentalement moins prudentes et plus ambitieuses. Pour y arriver, elles doivent être en mesure de comprendre l'innovation et de bien en gérer tous les aspects à chacune des étapes de leur croissance.

Rappelons que cette responsabilité revient aux entreprises, mais que d'autres acteurs de l'écosystème des STI peuvent apporter leur contribution. L'industrie du capital de risque du Canada peut aider à instaurer une culture de l'innovation des entreprises, axée sur la prise de risques calculés et l'ambition, en appuyant de façon plus active les entreprises canadiennes à potentiel élevé qui ont des idées novatrices et en les encadrant dans le processus d'innovation. Les gouvernements fédéral et provinciaux peuvent encourager la recherche du succès en contribuant à atténuer les risques associés à la R-D. Pour ce faire, ils doivent augmenter le financement direct des projets à risques et à avantages élevés. Si elles veulent encourager l'innovation dans l'industrie, les administrations fédérale et provinciales doivent elles-mêmes appuyer l'innovation. Plus particulièrement, elles doivent encourager l'innovation et la recherche du succès dans les entreprises grâce à des mécanismes d'approvisionnement plus innovateurs et moins prudents. Les gouvernements canadiens peuvent prendre exemple sur les gestionnaires de la Defense Advanced Research Projects Agency aux États-Unis, qui sont non seulement encouragés à rechercher des technologies à risque élevé n'ayant aucune chance raisonnable de succès, mais aussi mandatés pour le faire.

La formation est essentielle à la promotion d'une telle culture de l'innovation qui assurera la compétitivité du Canada. L'innovation et l'entrepreneuriat doivent être des compétences essentielles à tous les niveaux de formation. Les établissements d'enseignement, en collaboration étroite avec le secteur privé, doivent élaborer des programmes qui intègrent les connaissances scientifiques et technologiques à un ensemble plus large de compétences en affaires, en entrepreneuriat et en commercialisation et qui favorisent la créativité, la prise de risques calculés et la recherche du succès. L'apprentissage formel doit venir compléter l'apprentissage pratique intégré au travail offert par l'employeur. Tous les ordres de gouvernement doivent proposer davantage d'incitatifs qui encouragent les entreprises à offrir aux élèves et aux diplômés des occasions d'apprentissage intégré au travail et qui permettent aux entreprises, surtout aux PME, d'embaucher et d'intégrer des personnes talentueuses en STI.

Connaissances et talents

La priorité la plus urgente est d'améliorer le rendement du Canada pour ce qui est de l'innovation des entreprises. Cependant, il ne faut pas négliger les deux autres piliers de l'écosystème des STI : assurer et renforcer les avantages du Canada en ce qui concerne les connaissances et les talents. Voici les deux grandes stratégies à adopter à cet égard :

Élever les niveaux d'investissement dans la recherche-développement du secteur de l'enseignement supérieur (DIRDES)

Les investissements en R-D et en talents dans le secteur de l'enseignement supérieur aident à établir une bonne base de connaissances pour tous les secteurs de l'écosystème des STI du Canada. Bien que les niveaux de financement fédéral et provincial associés aux DIRDES aient continué d'augmenter, cette hausse ne suffit pas à maintenir le rythme des autres pays qui y consacrent plus de ressources plus rapidement. Les administrations canadiennes doivent renouveler leur engagement envers la R-D dans le secteur de l'enseignement supérieur. Cet engagement, représenté dans l'indicateur cible de l'*intensité des DIRDES*, est vital au maintien de l'infrastructure intellectuelle dont le Canada a besoin pour demeurer compétitif dans l'économie du savoir.

Investir de façon stratégique

Il ne s'agit plus seulement d'investir. Pour améliorer le rendement du Canada en STI dans la mesure souhaitée par le Conseil des sciences, de la technologie et de l'innovation (CSTI), il faut investir *différemment*, d'une manière plus stratégique et cohérente, qui maximisera les retombées des investissements pour l'écosystème des STI. Tout commence par un changement fondamental d'attitude et de méthode.

Tout d'abord, compte tenu de la petite taille de l'économie canadienne, il faut cibler les investissements afin d'offrir des perspectives et des avantages compétitifs à l'échelle mondiale, ces deux éléments étant primordiaux. Tout en respectant le principe de l'excellence, il faut mettre l'accent sur les priorités et prendre des décisions difficiles quant à la réaffectation de ressources aux endroits où elles seront les plus utiles.

Certaines initiatives prometteuses lancées par le gouvernement fédéral au cours des dernières années pourraient aider à renforcer la capacité dans les domaines clés. Citons entre autres les chaires d'excellence en recherche du Canada et le Fonds d'excellence en recherche Apogée Canada, tous conçus pour soutenir les chercheurs éminents et les programmes de recherche ambitieux dans les établissements d'enseignement supérieur. Bien que ces initiatives constituent un pas en avant, elles ne suffisent pas à permettre au Canada d'atteindre le niveau souhaité pour réellement concurrencer les autres pays. D'autres mesures s'imposent, notamment l'augmentation des investissements dans les universités les mieux placées pour joindre les rangs des meilleurs établissements de recherche au monde.

Ensuite, l'idée d'investir différemment repose sur l'approche systémique décrite précédemment : il faut intégrer les organisations, les activités et les mécanismes de financement à l'écosystème des STI de manière plus cohérente. Chaque administration canadienne doit s'assurer que ses programmes de soutien de la R-D et de l'innovation sont conçus de façon à ce que la recherche, les talents, l'infrastructure et les mécanismes de commercialisation soient interreliés et se complètent. Les gouvernements fédéral et provinciaux doivent collaborer plus étroitement à la conception et à la mise en œuvre de programmes de soutien de la R-D et de l'innovation axés sur les résultats. En outre, les programmes publics doivent à la fois favoriser et forcer la collaboration entre les chercheurs universitaires, industriels et gouvernementaux grâce à des mécanismes de financement qui ne viennent pas nuire (même involontairement) à l'établissement de partenariats. Ce type d'approche systémique doit aussi être adopté pour les utilisateurs des programmes. Chaque établissement d'enseignement supérieur doit planifier de façon stratégique, à l'aide de programmes gouvernementaux, le renforcement de sa capacité dans les domaines où un changement significatif est possible. Les établissements d'enseignement supérieur doivent également collaborer davantage entre eux et avec les chercheurs de l'industrie et du secteur public.

Conclusion

Un écosystème des STI solide et dynamique est essentiel à la prospérité économique du Canada et à la qualité de vie élevée de ses citoyens. Tous les acteurs des STI ont leur rôle à jouer dans l'amélioration du mauvais rendement du Canada en innovation des entreprises et dans le renforcement de ses avantages dans les domaines des connaissances et des talents. La mise en œuvre d'un changement est exigeante et compliquée, mais elle est manifestement urgente. Le CSTI croit que le Canada doit et peut relever le défi.

ANNEXE 1 : INTRODUCTION – DÉFINIR LES BALISES

Résumé et comparaison des indicateurs

Indicateurs	Valeur		% du seuil des cinq pays les mieux classés		Classement		
	Données de référence (2006, sauf indication contraire)	*L'état des lieux en 2014* (2012, sauf indication contraire)	Données de référence (2006, sauf indication contraire)	*L'état des lieux en 2014* (2012, sauf indication contraire)	Données de référence (2006, sauf indication contraire)	*L'état des lieux en 2014* (2012, sauf indication contraire)	
CHAPITRE 2 : UN SECTEUR PRIVÉ INNOVANT							
Investissement des entreprises dans la recherche-développement (R-D) et d'autres actifs cognitifs							
Dépenses intra-muros de R-D du secteur des entreprises en pourcentage du PIB (intensité des DIRDE)	1,11 % du PIB	0,82 % du PIB (2013)	48 %	36 % (2013)	18e sur 41 pays	26e sur 41 pays (2013)	↓
Investissements dans les technologies de l'information et des communications en pourcentage du PIB (intensité des investissements dans les TIC)		2,2 % du PIB (2013)		71 % (2013)		13e sur 30 pays (2013)	
Professions scientifiques et techniques en pourcentage de l'emploi total		30 % de l'emploi total (2011)		78 % (2011)		22e sur 43 pays (2011)	
Nombre de chercheurs du secteur des entreprises pour 1 000 emplois dans l'industrie	6,9 par 100 000 habitants	6,6 par 100 000 habitants	85 %	66 %	7e sur 33 pays	15e sur 33 pays	↓

Indicateurs	Valeur		% du seuil des cinq pays les mieux classés		Classement		
	Données de référence (2006, sauf indication contraire)	*L'état des lieux en 2014* (2012, sauf indication contraire)	Données de référence (2006, sauf indication contraire)	*L'état des lieux en 2014* (2012, sauf indication contraire)	Données de référence (2006, sauf indication contraire)	*L'état des lieux en 2014* (2012, sauf indication contraire)	
Environnement de financement de l'innovation des entreprises							
Financement total de la R-D des entreprises par le gouvernement en pourcentage du PIB	0,24 % du PIB (2008)	0,21 % du PIB (2013)	115 % (2008)	66 % (2013)	2e sur 30 pays (2008)	10e sur 37 pays (2013)	↓
Financement direct du gouvernement fédéral en pourcentage du PIB	0,02 % du PIB (2008)	0,03 % du PIB (2013)	19 % (2008)	17 % (2013)	17e sur 30 pays (2008)	28e sur 37 pays (2013)	↓
Financement indirect du gouvernement fédéral en pourcentage du PIB	0,22 % du PIB (2008)	0,18 % du PIB (2013)	240 % (2008)	113 % (2013)	1er sur 30 pays (2008)	4e sur 35 pays (2013)	↓
Investissement de capital de risque en pourcentage du PIB		0,08 % du PIB (2014)		134 % (2014)		3e sur 32 pays (2014)	
Introduction d'innovations portant sur des produits et des procédés							
Proportion d'entreprises ayant introduit une innovation visant des produits	35 % (2007-2009)	35 % (2010-2012)					–
Proportion d'entreprises ayant introduit une innovation visant des procédés	34 % (2007-2009)	29 % (2010-2012)					↓

Indicateurs	Valeur		% du seuil des cinq pays les mieux classés		Classement		
	Données de référence (2006, sauf indication contraire)	*L'état des lieux en 2014* (2012, sauf indication contraire)	Données de référence (2006, sauf indication contraire)	*L'état des lieux en 2014* (2012, sauf indication contraire)	Données de référence (2006, sauf indication contraire)	*L'état des lieux en 2014* (2012, sauf indication contraire)	
Introduction d'innovations portant sur des produits et des procédés (suite)							
Proportion de PME ayant introduit une innovation visant des produits ou des procédés		53 % (2010-2012)		112 % (2010-2012)		4e sur 35 pays (2010-2012)	
Proportion de grandes entreprises ayant introduit une innovation visant des produits ou des procédés		65 % (2010-2012)		85 % (2010-2012)		19e sur 35 pays (2010-2012)	
Rendement au chapitre de l'innovation et compétitivité mondiale du Canada							
Croissance ou variation annuelle moyenne de la productivité totale des facteurs (PTF)		0,6 % (1995-2013)		60 % (1995-2013)		12e sur 19 pays (1995-2013)	
Part de marché à l'exportation dans les industries mondiales de R-D							
Industrie pharmaceutique	1,51 % de la part de marché	1,08 % de la part de marché (2013)	19 %	15 % (2013)	15e sur 41 pays	17e sur 41 pays (2013)	↓
Industrie de l'informatique, de l'électronique et de l'optique	1,02 % de la part de marché	0,62 % de la part de marché (2013)	16 %	12 % (2013)	15e sur 41 pays	19e sur 41 pays (2013)	↓
Industrie aérospatiale	4,77 % de la part de marché	3,48 % de la part de marché (2013)	100 %	100 % (2013)	5e sur 41 pays	5e sur 41 pays (2013)	–

Indicateurs	Valeur		% du seuil des cinq pays les mieux classés		Classement		
	Données de référence (2006, sauf indication contraire)	*L'état des lieux en 2014* (2012, sauf indication contraire)	Données de référence (2006, sauf indication contraire)	*L'état des lieux en 2014* (2012, sauf indication contraire)	Données de référence (2006, sauf indication contraire)	*L'état des lieux en 2014* (2012, sauf indication contraire)	
CHAPITRE 3 : DES CONNAISSANCES DE HAUT NIVEAU							
Investissements dans la production de connaissances							
Dépenses intérieures brutes en R-D (intensité des DIRD)	1,96 % du PIB	1,62 % du PIB (2013)	67 %	49 % (2013)	16e sur 41 pays	24e sur 41 pays (2013)	↓
Dépenses intra-muros de R-D du secteur de l'enseignement supérieur en pourcentage du PIB (intensité des DIRDES)	0,65 % du PIB	0,65 % du PIB (2013)	105 %	88 % (2013)	3e sur 41 pays	8e sur 41 pays (2013)	↓
Compétitivité des recherches et des établissements d'enseignement supérieur							
Indice d'impact relatif	1,01 (2002)	1,1	93 % (2002)	87 %	8e sur 30 pays (2002)	9e sur 30 pays	↓
Nombre de chercheurs les plus cités		96 (2014)		93 %		6e sur 15 pays (2014)	
Transfert des connaissances							
Proportion de publications de chercheurs universitaires canadiens ayant été rédigées conjointement	20,4 % (2004)	24,2 % (2013)					↑
Nombre de licences accordées par établissement d'enseignement supérieur	16,9 par établissement (2007)	16,3 par établissement (2013)					↓

Indicateurs	Valeur		% du seuil des cinq pays les mieux classés		Classement		
	Données de référence (2006, sauf indication contraire)	*L'état des lieux en 2014* (2012, sauf indication contraire)	Données de référence (2006, sauf indication contraire)	*L'état des lieux en 2014* (2012, sauf indication contraire)	Données de référence (2006, sauf indication contraire)	*L'état des lieux en 2014* (2012, sauf indication contraire)	
CHAPITRE 4 : DES PERSONNES TALENTUEUSES							
Personnes talentueuses possédant les connaissances et les compétences pertinentes							
Nombre de doctorats décernés en sciences et en génie par 100 000 habitants	4,6 par 100 000 habitants	9,6 par 100 000 habitants	41 %	69 %	19e sur 23 pays	17e sur 28 pays	↑
Proportion de femmes canadiennes titulaires de doctorat en sciences et en génie	27,2 %	32,9 %	69 %	72 %	21e sur 23 pays	20e sur 28 pays	↑
Nombre de diplômes universitaires (formation tertiaire de type A) décernés en santé, en génie, en sciences et en études commerciales par 100 000 habitants	285,7 par 100 000 habitants	305,8 par 100 000 habitants	69 %	61 %	14e sur 26 pays	16e sur 28 pays	↓
Santé	54 par 100 000 habitants	63,9 par 100 000 habitants	49 %	47 %	16e sur 26 pays	17e sur 28 pays	↓
Génie	40,8 par 100 000 habitants	36,1 par 100 000 habitants	66 %	43 %	11e sur 26 pays	20e sur 28 pays	↓
Sciences	64,8 par 100 000 habitants	78,9 par 100 000 habitants	78 %	82 %	7e sur 26 pays	9e sur 28 pays	↓
Études commerciales	126,1 par 100 000 habitants	126,9 par 100 000 habitants	63 %	58 %	9e sur 26 pays	17e sur 28 pays	↓

Indicateurs	Valeur		% du seuil des cinq pays les mieux classés		Classement		
	Données de référence (2006, sauf indication contraire)	*L'état des lieux en 2014* (2012, sauf indication contraire)	Données de référence (2006, sauf indication contraire)	*L'état des lieux en 2014* (2012, sauf indication contraire)	Données de référence (2006, sauf indication contraire)	*L'état des lieux en 2014* (2012, sauf indication contraire)	
Personnes talentueuses possédant les connaissances et les compétences pertinentes (suite)							
Nombre de diplômes collégiaux (formation tertiaire de type B) décernés en études commerciales, en génie, en sciences et en santé par 100 000 habitants	268 par 100 000 habitants (2008)	178,4 par 100 000 habitants	168 % (2008)	100 %	2e sur 28 pays (2008)	5e sur 28 pays	↓
Études commerciales	121,4 par 100 000 habitants (2008)	98,6 par 100 000 habitants	170 % (2008)	110 %	2e sur 28 pays (2008)	4e sur 28 pays	↓
Génie	54,5 par 100 000 habitants (2008)	27,4 par 100 000 habitants	180 % (2008)	90 %	2e sur 28 pays (2008)	6e sur 28 pays	↓
Sciences	25,1 par 100 000 habitants (2008)	14,9 par 100 000 habitants	120 % (2008)	100 %	3e sur 28 pays (2008)	5e sur 28 pays	↓
Santé	67 par 100 000 habitants (2008)	37,5 par 100 000 habitants	130 % (2008)	80 %	1er sur 28 pays (2008)	6e sur 28 pays	↓
Programme pour l'évaluation internationale des compétences des adultes (PEICA) de l'OCDE							

Indicateurs	Valeur		% du seuil des cinq pays les mieux classés		Classement		
	Données de référence (2006, sauf indication contraire)	*L'état des lieux en 2014* (2012, sauf indication contraire)	Données de référence (2006, sauf indication contraire)	*L'état des lieux en 2014* (2012, sauf indication contraire)	Données de référence (2006, sauf indication contraire)	*L'état des lieux en 2014* (2012, sauf indication contraire)	
Personnes talentueuses possédant les connaissances et les compétences pertinentes (suite)							
Littératie				98 %		10e (2013) sur 20 pays	
Numératie				95 %		13e (2013) sur 20 pays	
Résolution de problèmes				95 %		7e (2013) sur 20 pays	
Solide formation							
Programme international pour le suivi des acquis des élèves (PISA) de l'OCDE							
Compréhension de l'écrit	524 (2009)	523	99,6 % (2009)	97,6 %	6e sur 74 pays (2009)	8e sur 65 pays	↓
Mathématiques	527 (2009)	518	97 % (2009)	93,5 %	10e sur 74 pays (2009)	13e sur 65 pays	↓
Sciences	529 (2009)	525	98 % (2009)	96 %	8e sur 74 pays (2009)	9e sur 65 pays	↓
Personnes talentueuses branchées sur le monde							
Proportion d'étudiants étrangers dans les universités et collèges canadiens	7,7 % (2007)	8,2 %	100 % (2007)	53 %	5e sur 16 pays (2007)	7e sur 22 pays	↓
Proportion de publications conjointes internationales parmi toutes les publications du Canada	42,1 %	45,2 %	102 %	79 %	4e sur 30 pays	12e sur 30 pays	↓

Concepts et méthodologie

Définition de l'innovation

En s'inspirant du *Manuel de Frascati* (2002) et du *Manuel d'Oslo* (2005) de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), le Conseil des sciences, de la technologie et de l'innovation (CSTI) définit, dans ses rapports *L'état des lieux*, l'innovation comme le processus par lequel les particuliers, les entreprises et les organismes mettent au point, maîtrisent et utilisent de nouveaux produits, concepts, procédés et méthodes, qui peuvent être nouveaux pour eux, voire pour leur secteur, leur pays ou le monde. Les activités d'innovation sont la recherche et le développement (R-D), l'invention, l'investissement de capital, la formation et le développement professionnel.

L'innovation peut consister à modifier graduellement des produits, des processus ou des organisations existants, mais elle peut aussi engendrer des technologies ou des façons de faire radicalement nouvelles. Ces dernières sont plus faciles à définir et à dénombrer, mais les modifications peuvent avoir au fil du temps des répercussions aussi importantes, voire plus importantes, sur les entreprises individuelles et sur l'économie en général. L'aspect essentiel est l'introduction d'un élément nouveau ou amélioré dans une organisation ou directement sur le marché.

Méthodologie

Les indicateurs définis dans le présent rapport proviennent de différentes sources statistiques officielles, notamment de Statistique Canada et de l'OCDE. Lorsque les données de ces sources officielles n'étaient pas disponibles, nous nous sommes tournés vers celles du secteur des organismes privés sans but lucratif. Comme il faut généralement attendre deux ans avant d'obtenir les données de sources officielles, beaucoup de données utilisées dans le présent rapport datent de 2012 et de 2013.

Conformément aux conventions statistiques, les données figurant dans les éditions précédentes de *L'état des lieux* ont été mises à jour si des données définitives ont été diffusées pour remplacer les estimations initiales. Pour les comparaisons internationales, lorsque les données sur un pays n'étaient pas disponibles pour les années visées par l'analyse, nous avons utilisé les données les plus récentes disponibles pour ce pays plutôt que de ne pas l'inclure dans la comparaison.

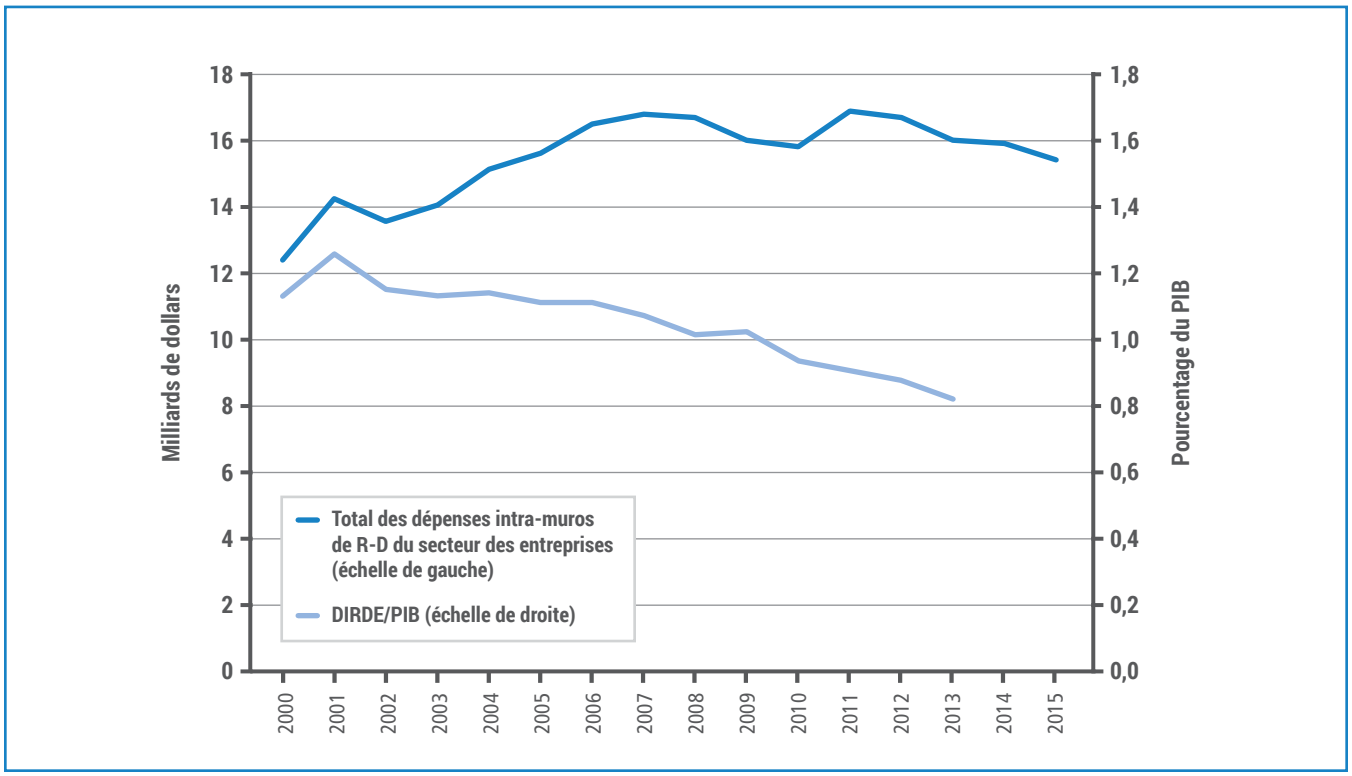
Un certain nombre d'indicateurs utilisés dans le présent rapport sont exprimés en pourcentage de la taille de l'économie de chaque pays, par exemple de son produit intérieur brut (PIB). Cette façon de faire est conforme à une convention internationale communément acceptée et utilisée et permet la comparaison des indicateurs en sciences, en technologie et en innovation (STI) entre les pays de taille économique différente. Comme c'est le cas pour plusieurs mesures, des modifications à l'indicateur ou au PIB du pays peuvent influer sur ces ratios. Toutes choses égales par ailleurs, de tels facteurs n'influencent cependant pas le classement international du Canada selon ces indicateurs.

Toutes les données sont en dollars canadiens courants, sauf indication contraire.

ANNEXE 2 : UN SECTEUR PRIVÉ INNOVANT

Dépenses intérieures brutes de recherche-développement du secteur des entreprises (DIRDE) et intensité des DIRDE au Canada

Figure 2A : DIRDE et intensité des DIRDE au Canada, de 2000 à 2015



Sources : Statistique Canada, Tableau 358-0024 (consulté le 16 juillet 2015); OCDE, *Principaux indicateurs de la science et de la technologie*, janvier 2015.

Depuis bientôt 10 ans, il se produit une diminution générale des dépenses intérieures de recherche-développement du secteur des entreprises (DIRDE) au Canada. Comme le mentionne le chapitre 2, de 2006 à 2015, les DIRDE ont chuté de plus d'un milliard de dollars, ce qui représente une baisse de 6 %. Même si les DIRDE s'élevaient à 16,894 milliards de dollars en 2011, elles ont commencé à diminuer progressivement en 2012 pour se chiffrer à 15,462 milliards en 2015.

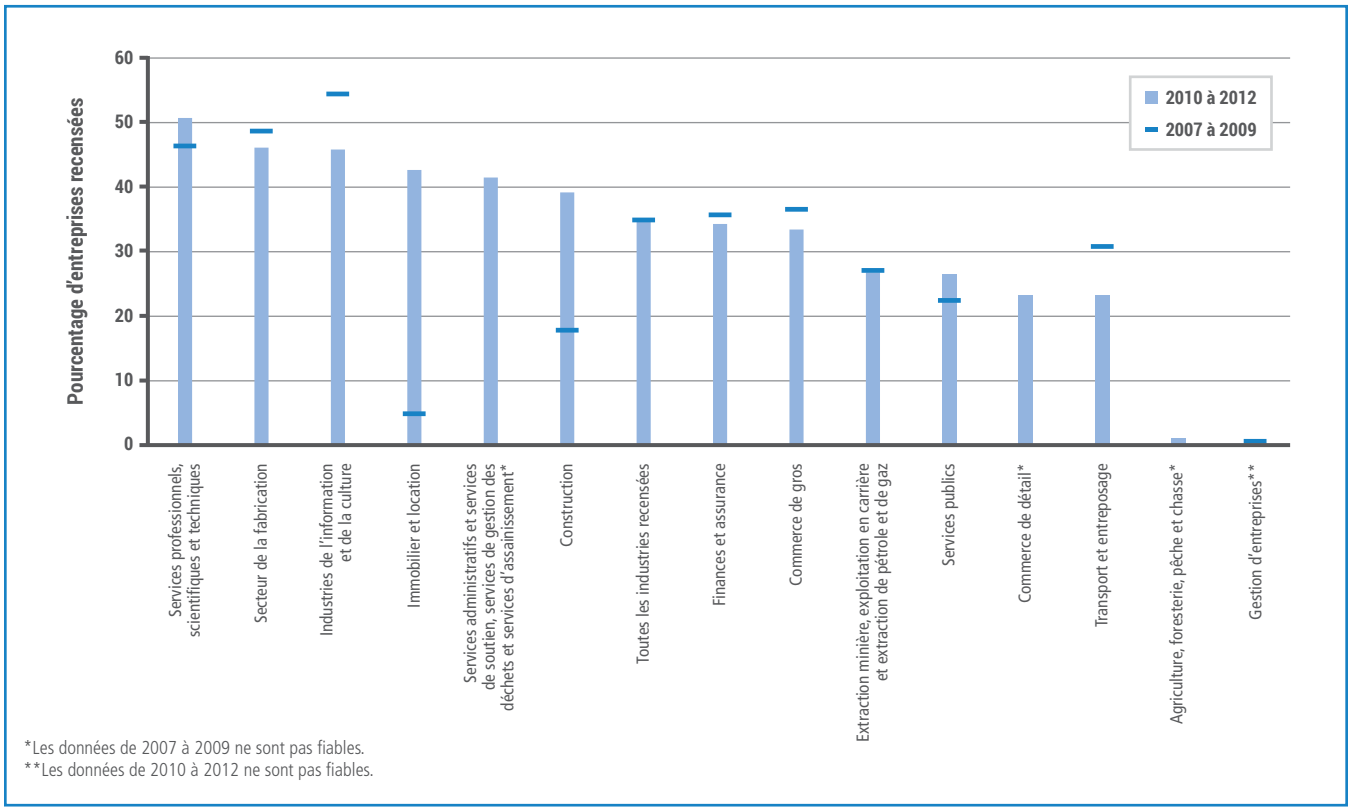
Le pourcentage d'entreprises au Canada qui exécutent des activités de R-D (à savoir le taux de participation à la R-D) est demeuré stable depuis 2006, se situant toujours à 2,2 % en 2012 (année la plus récente pour laquelle les données étaient disponibles). Les entreprises manufacturières affichaient un taux de participation à la R-D bien plus élevé que les entreprises de services (17,3 % contre 1,6 %). Pourtant, bon nombre d'industries manufacturières ont connu une baisse du taux de participation à la R-D de 2006 à 2012, dont l'industrie pharmaceutique (50,6 % en 2006 contre 47,5 % en 2012) et l'industrie du matériel de communication (55,7 % en 2006 contre 52,3 % en 2012)[42]. De manière générale, le taux de participation à la R-D des entreprises manufacturières a diminué d'environ 1 % de 2006 à 2012. À l'inverse, le taux de participation des entreprises de services a augmenté d'environ 2 %.

Parmi les industries de services, l'industrie des services de recherche et de développement scientifiques enregistrait le plus haut taux de participation à la R-D (41 % en 2011), suivie de l'industrie de la conception de systèmes informatiques et des services connexes (12,5 %) et des industries de l'information et de la culture (10,3 %). Le taux de participation était beaucoup plus faible chez les autres industries de services, notamment celles qui sont importantes pour l'économie canadienne, comme l'industrie des finances, de l'assurance et de l'immobilier (0,6 %).

[42] Statistique Canada, *Recherche et développement industriels : perspective*, nº 88-202-X au catalogue, 2013; Statistique Canada, *Recherche et développement industriels : perspective*, nº 88-202-X au catalogue, 2015.

Innovation portant sur des produits et des procédés au Canada, par industrie

Figure 2B-1 : Innovation en matière de produits, par industrie



Source : Statistique Canada, Tableau 358-0221 (consulté le 20 octobre 2014).

Même si le chapitre 2 propose une comparaison internationale de l'introduction d'innovations ayant trait à des produits et des procédés, les données de la présente annexe décrivent plus en détail le rendement de diverses industries au Canada, selon l'*Enquête sur l'innovation et les stratégies d'entreprise* (EISE) de Statistique Canada. Cette enquête a été réalisée deux fois, d'abord pour recenser les innovations introduites durant la période de 2007 à 2009, puis pour dénombrer les innovations introduites entre 2010 et 2012.

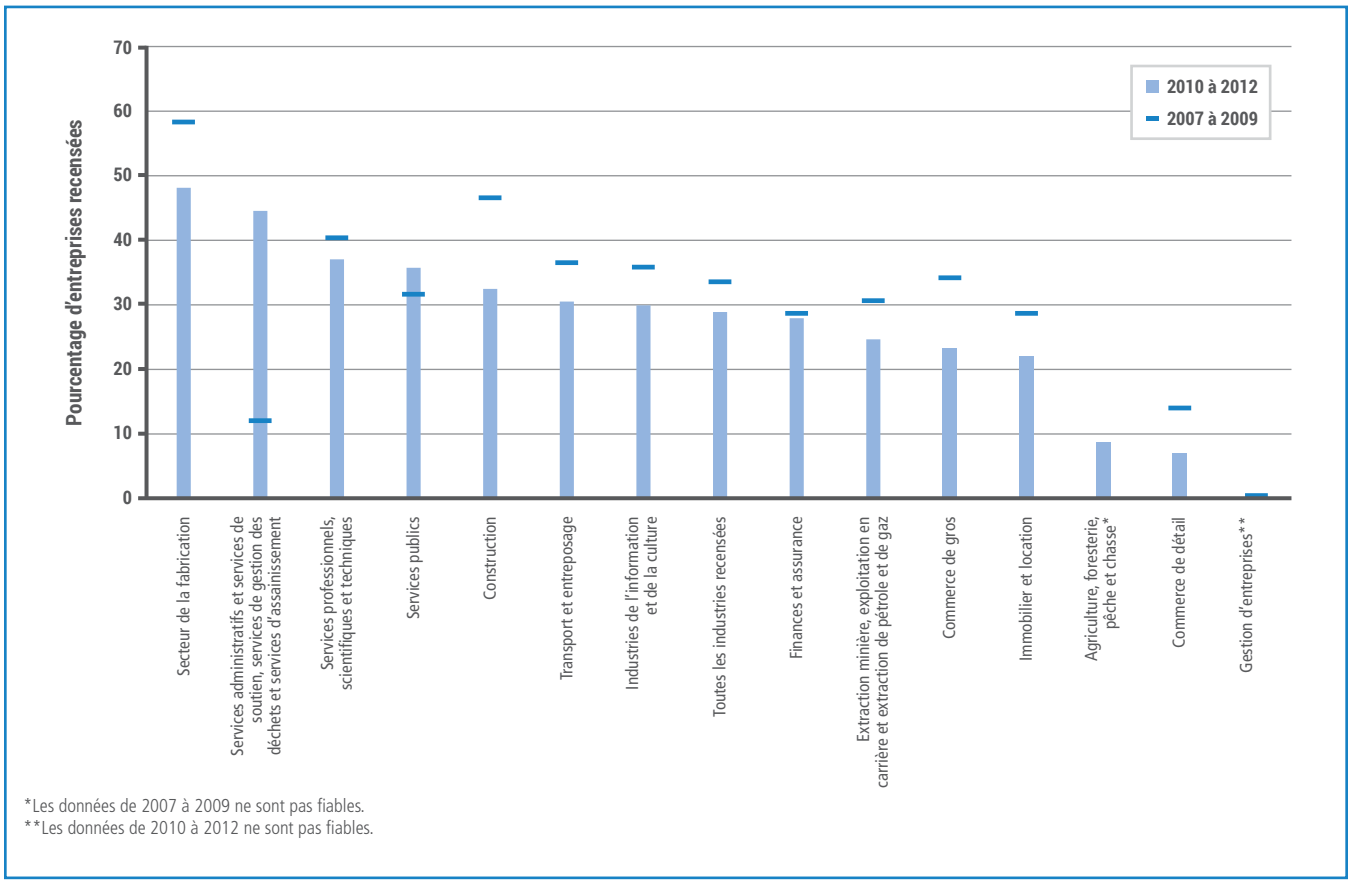
Bien que l'investissement des entreprises dans la R-D soit indispensable, les données sur les DIRDE ne font pas forcément état de toutes les entreprises innovantes du Canada, car la R-D n'est pas toujours essentielle à la production de l'innovation. Certaines des entreprises les plus innovantes au monde ne sont pas celles qui investissent le plus en R-D[43]. Même si 2,2 % de toutes les entreprises canadiennes ont exécuté des activités de R-D en 2012[44], 35,1 % des entreprises ayant participé à l'EISE ont déclaré avoir introduit une innovation ayant trait à des produits entre 2010 et 2012 (une légère hausse par rapport à 34,8 % entre 2007 et 2009), et 29 % ont dit avoir introduit une innovation visant des procédés (une diminution par rapport à 33,5 %)[45].

[43] Strategy&, *The Top Innovators and Spenders*, 2015.

[44] Statistique Canada, *Recherche et développement industriels : perspective*, nº 88-202-X au catalogue, 2015.

[45] Comme l'EISE exclut les entreprises comptant moins de 20 employés, il se peut que les données ne représentent pas certaines entreprises non innovantes. Par conséquent, le pourcentage total des entreprises innovantes au Canada est probablement plus faible que le pourcentage révélé dans l'enquête.

Figure 2B-2 : Innovation en matière de procédés, par industrie



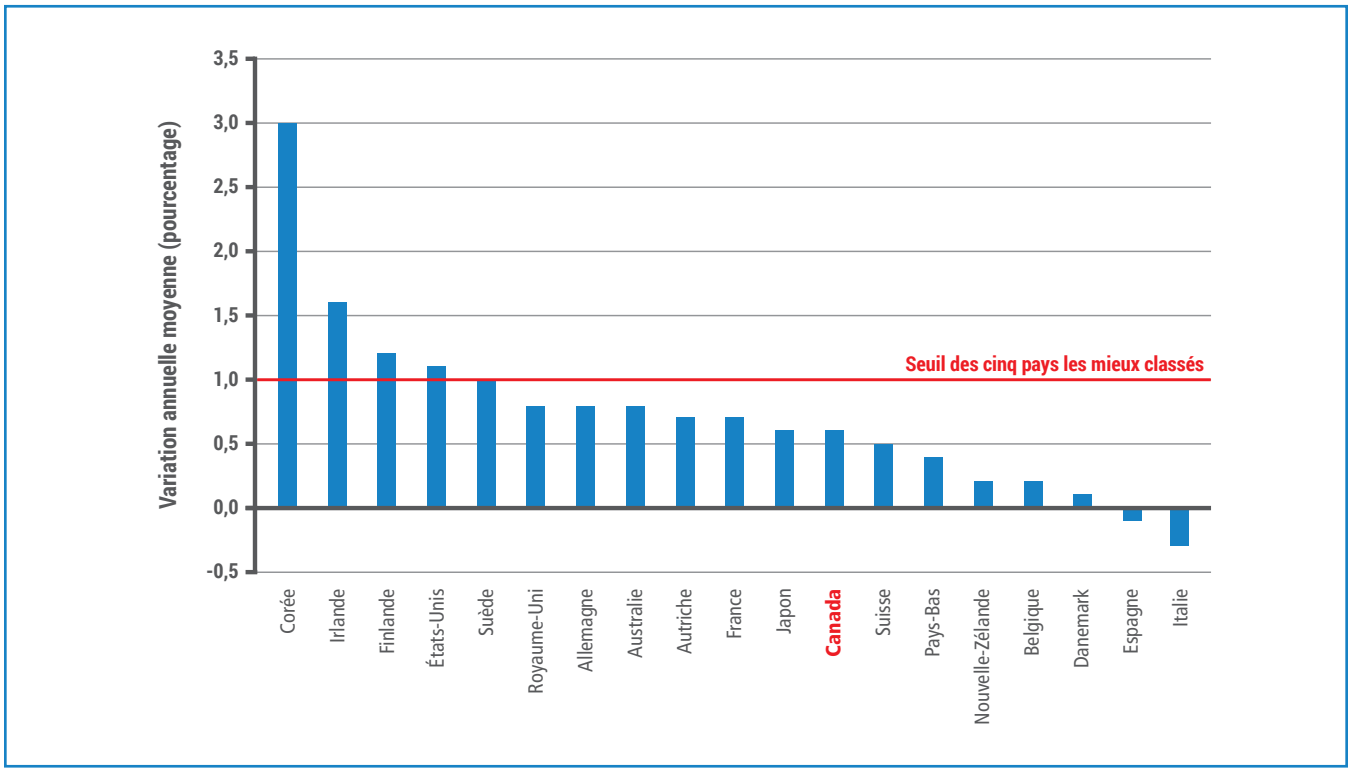
Source : Statistique Canada, Tableau 358-0221 (consulté le 20 octobre 2014).

Au Canada, le pourcentage d'entreprises ayant introduit une innovation varie considérablement selon l'industrie. Certaines industries sont axées sur l'innovation de produits, et d'autres, sur l'innovation de procédés. Le rendement de plusieurs industries quant à l'introduction d'innovations de produits *et* de procédés a diminué de 2007 à 2009 et de 2010 à 2012, y compris dans les industries manufacturières, les industries de l'information et de la culture, l'industrie du commerce de gros et les industries du transport et de l'entreposage. Au cours de ces deux périodes, le pourcentage d'entreprises ayant introduit une innovation ayant trait à des *procédés* a baissé dans presque toutes les industries.

Beaucoup considèrent que les industries des ressources naturelles sont sûrement très innovantes, sans toutefois être prises en compte dans les indicateurs liés à la R-D. Or, dans les industries de l'extraction minière, de l'exploitation en carrière et de l'extraction de pétrole et de gaz, environ le quart des entreprises ont déclaré avoir introduit une innovation portant sur des produits ou des procédés entre 2010 et 2012. Cette proportion est inférieure au pourcentage relevé pour l'ensemble des entreprises recensées au Canada. Les industries qui ont affirmé avoir introduit des innovations visant des produits et des procédés dans une proportion supérieure à celle rapportée pour toutes les entreprises au Canada œuvrent souvent dans le secteur des services professionnels, scientifiques et techniques, dans le secteur manufacturier, et dans les secteurs de l'information et de la culture.

Comparaison internationale de la variation de la productivité totale des facteurs

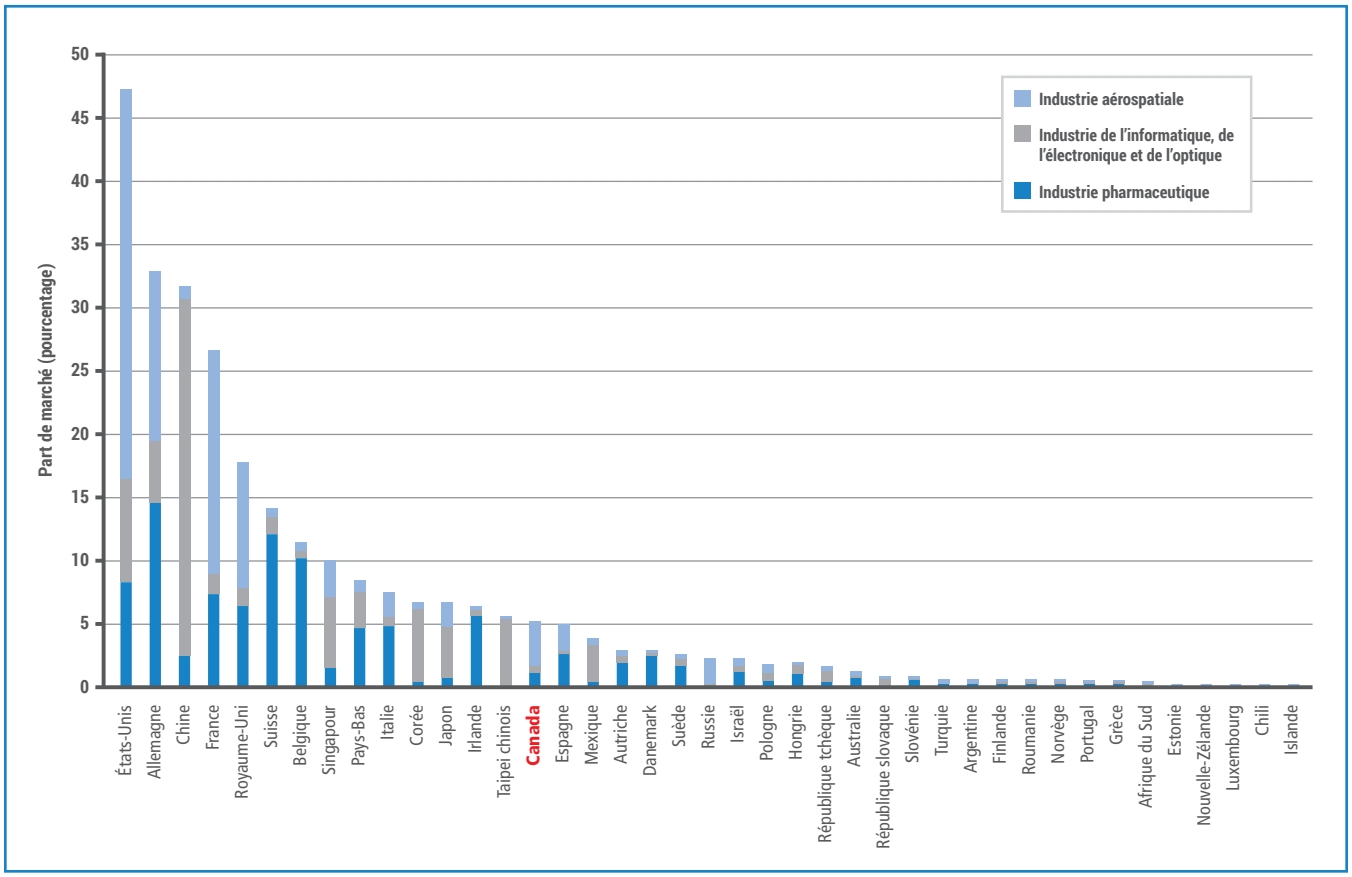
Figure 2C : Comparaison internationale de la variation de la productivité totale des facteurs, de 1995 à 2013



Source : OCDE, *Croissance du PIB par tête, de la productivité et des CUM* (consulté le 22 octobre 2015).

Comparaison internationale de la part de marché à l'exportation dans les industries de recherche-développement

Figure 2D : Comparaison internationale de la part de marché à l'exportation dans les industries de R-D, 2013

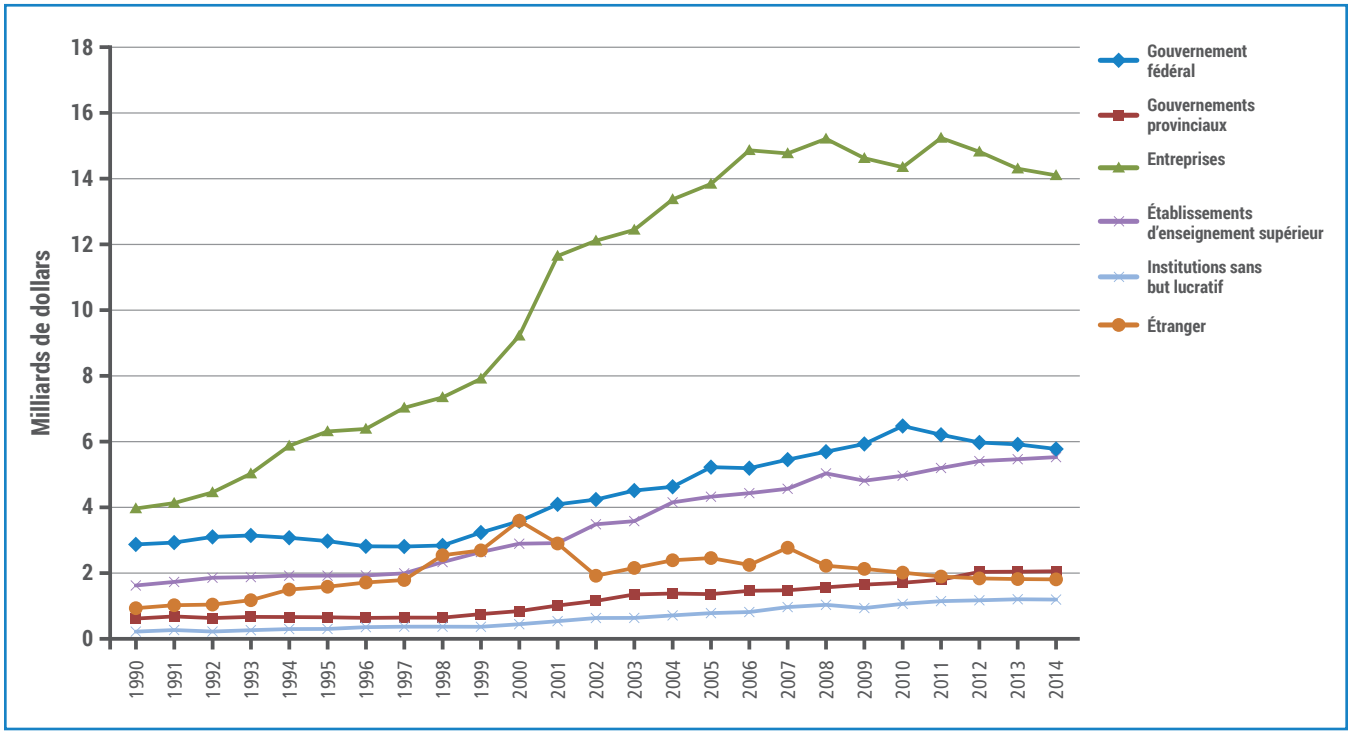


Source : OCDE, *Principaux indicateurs de la science et de la technologie*, janvier 2015.

ANNEXE 3 : DES CONNAISSANCES DE HAUT NIVEAU

Sources de financement de la recherche-développement au Canada

Figure 3A : Sources de financement de la R-D au Canada, de 1990 à 2014



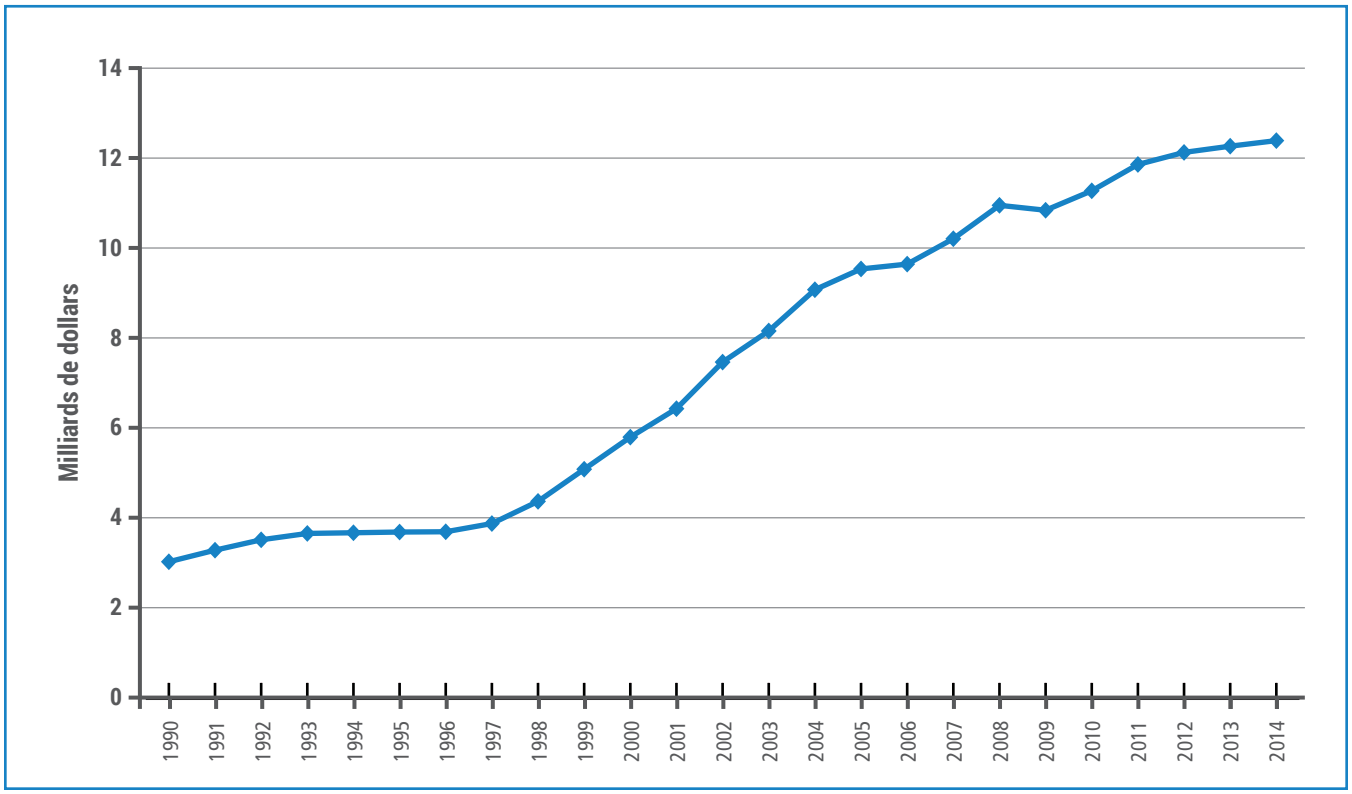
Source : Statistique Canada, Tableau 358-0001 (consulté le 20 octobre 2014).

La répartition du financement des dépenses intérieures brutes de recherche-développement (DIRD) au Canada (voir le chapitre 3) permet de dégager une tendance dans les contributions de différents secteurs à la recherche-développement (R-D). Même si le gouvernement fédéral est la deuxième source de financement de la R-D au Canada, les fonds qu'il a investis équivalent à moins de la moitié des sommes injectées par le secteur des entreprises en tête de liste. Les deux secteurs ont réduit leurs dépenses en R-D ces dernières années. Bien que les fonds injectés par les entreprises aient diminué, puis augmenté en période de récession pour atteindre 15,2 milliards de dollars en 2011, ils ont de nouveau baissé en 2012 et en 2013. Ils devraient continuer de diminuer pour se chiffrer à 14,1 milliards de dollars en 2014. De même, la somme investie par le gouvernement fédéral a atteint un sommet de 6,5 milliards de dollars en 2010 avant de commencer à diminuer; elle devrait se chiffrer à 5,8 milliards de dollars en 2014.

Tous les autres secteurs du Canada devraient augmenter leurs dépenses en R-D en 2014. Le secteur de l'enseignement supérieur devrait investir une somme sans précédent de 5,5 milliards de dollars dans la R-D en 2014, ce qui égalerait presque la contribution du gouvernement fédéral. Les administrations provinciales continuent d'augmenter graduellement leur contribution et devraient financer la R-D à hauteur de 2,1 milliards de dollars en 2014, une somme sans précédent. Le secteur des organismes privés sans but lucratif et le secteur étranger devraient investir respectivement 1,2 milliard de dollars et 1,8 milliard de dollars dans la R-D, ces sommes étant relativement les mêmes qu'en 2013.

Dépenses de recherche-développement dans le secteur de l'enseignement supérieur

Figure 3B : Dépenses de R-D dans le secteur de l'enseignement supérieur, de 1990 à 2014



Source : Statistique Canada, Tableau 358-0001 (consulté le 20 octobre 2014).

Comme le mentionne le chapitre 3, le niveau de financement des activités de R-D exécutées dans le secteur de l'enseignement supérieur continue de grimper, même si le rythme était plus lent de 2011 à 2014 que de 1998 à 2008. De 1998 à 2008, les dépenses intra-muros de recherche-développement du secteur de l'enseignement supérieur (DIRDES) ont plus que doublé, passant de 4,3 milliards de dollars à 10,9 milliards. En 2009, les DIRDES se chiffraient à 10,8 milliards de dollars. Depuis, elles ne cessent d'augmenter et devraient atteindre 12,4 milliards de dollars (prévision) en 2014.

Domaines de recherche prioritaires au gouvernement du Canada

Pour orienter ses investissements en sciences, technologie et innovation (STI), le gouvernement du Canada a cerné quatre domaines prioritaires de recherche dans sa stratégie de 2007, intitulée Réaliser le potentiel des sciences et de la technologie au profit du Canada. Pour concentrer davantage les efforts, le ministre de l'Industrie a annoncé, en septembre 2008, 13 sous-priorités de recherche, suivant la recommandation du Conseil des sciences, de la technologie et de l'innovation (CSTI). Le tableau qui suit présente les fonds consacrés par les organismes subventionnaires à chacun des domaines prioritaires et sous-domaines correspondants (voir le chapitre 3)[46].

Tableau 3A : Estimation du financement des priorités 2007 et des sous-priorités 2008 par les organismes subventionnaires, exercices 2011-2012 et 2013-2014

Priorités et sous-priorités en STI	IRSC (en milliers de dollars)		CRSNG (en milliers de dollars)		CRSH (en milliers de dollars)	
	2011-2012	2013-2014	2011-2012	2013-2014	2011-2012	2013-2014
Environnement	**16 495,5**	**20 939,7**	**161 203,1**	**169 465,6**	**21 390,7**	**24 306,3**
Eau, santé	16 495,5	20 939,7	19 568,5	29 438,0	678,7	548,4
Eau, sécurité					409,8	133,7
Eau, énergie						
Méthodes plus propres d'extraction, de transformation et d'utilisation des combustibles à hydrocarbures, y compris la réduction de la consommation de ces combustibles			10 740,6	8 254,6		
Ressources naturelles et énergie	**3 544,0**	**4 454,4**	**162 219,0**	**158 912,4**	**2 364,2**	**1 386,7**
Production d'énergie dans les sables bitumineux			14 449,2	11 305,2	287,0	24,0
Arctique, production de ressources			2 181,7	2 165,5		
Arctique, adaptation aux changements climatiques	3 544,0	4 454,4	24 589,3	24 241,1		
Arctique, surveillance						
Biocombustibles, piles à combustible et énergie nucléaire			30 809,5	26 374,4		
Sciences de la santé et de la vie	**930 690,5**	**918 561,1**	**165 319,1**	**170 403,6**	**14 264,6**	**10 583,5**
Médecine régénérative	75 365,8	72 411,8	5 939,8	5 177,0	46,5	20,0
Neurosciences	128 691,5	129 346,2	33 392,9	35 646,4		23,8
Santé d'une population vieillissante	111 357,3	110 894,5			217,2	200,0
Génie biomédical et technologies médicales	20 233,7	17 125,2	49 339,3	50 246,8	2 864,1	2 815,6
Technologies de l'information et des communications			**177 889,7**	**159 389,0**	**25 158,2**	**23 746,3**
Nouveaux médias, animation et jeux			8 255,5	8 508,4	4 564,2	3 735,7
Réseaux et services sans fil			34 674,7	30 425,1	1 731,7	78,3
Réseaux à large bande					171,0	255,4
Matériel de télécommunication			21 092,7	15 225,2		
Total du financement extra-muros – sous-domaines prioritaires	**355 687,8**	**355 171,9**	**255 033,8**	**247 007,9**	**10 976,1**	**7 835,0**
Total du financement extra-muros – domaines prioritaires	**950 730,0**	**943 955,3**	**666 631,0**	**658 170,6**	**63 177,7**	**60 022,8**
Total du financement par les organismes subventionnaires	***950 730,0***	***943 955,3***	***1 036 166,0***	***1 018 905,0***	***339 324,6***	***338 735,3***

[46] Le tableau contient plus de 13 sous-domaines prioritaires, car les sous-priorités de l'eau et de l'Arctique ont été subdivisées encore plus.

En 2014, le gouvernement du Canada a lancé la stratégie *Un moment à saisir pour le Canada : Aller de l'avant dans le domaine des sciences, de la technologie et de l'innovation 2014*. Dans cette version renouvelée de la stratégie de 2007, il a mis à jour ses priorités et sous-priorités (maintenant appelées « secteurs d'intérêt »), en partie selon les conseils du CSTI. Les changements les plus notables par rapport à la liste de 2007 sont l'ajout de la fabrication de pointe aux priorités et l'inclusion de l'agriculture dans la priorité de l'environnement.

Tableau 3B : Priorités et secteurs d'intérêt mis à jour dans la stratégie fédérale de 2014 concernant les sciences, la technologie et l'innovation

Priorités	Secteurs d'intérêt
Environnement et agriculture	• Eau : santé, énergie, sécurité • Biotechnologie • Aquiculture • Méthodes durables pour accéder aux ressources énergétiques et minérales tirées de sources non conventionnelles • Alimentation et systèmes alimentaires • Recherche sur les changements climatiques et technologie connexe • Atténuation des catastrophes
Sciences de la santé et de la vie	• Neurosciences et santé mentale • Médecine régénérative • Santé d'une population vieillissante • Génie biomédical et technologies médicales
Ressources naturelles et énergie	• Arctique : exploitation et surveillance responsables • Bioénergie, piles à combustible et énergie nucléaire • Bioproduits • Sécurité des pipelines
Technologies de l'information et des communications	• Nouveaux médias, animation et jeux • Réseaux et services de communication • Cybersécurité • Analyse et capacités avancées de gestion des données • Systèmes machine à machine • Informatique quantique
Fabrication de pointe	• Automatisation (notamment la robotique) • Matériaux légers et technologies connexes • Fabrication additive • Matériaux quantiques • Nanotechnologie • Aérospatiale • Secteur de l'automobile

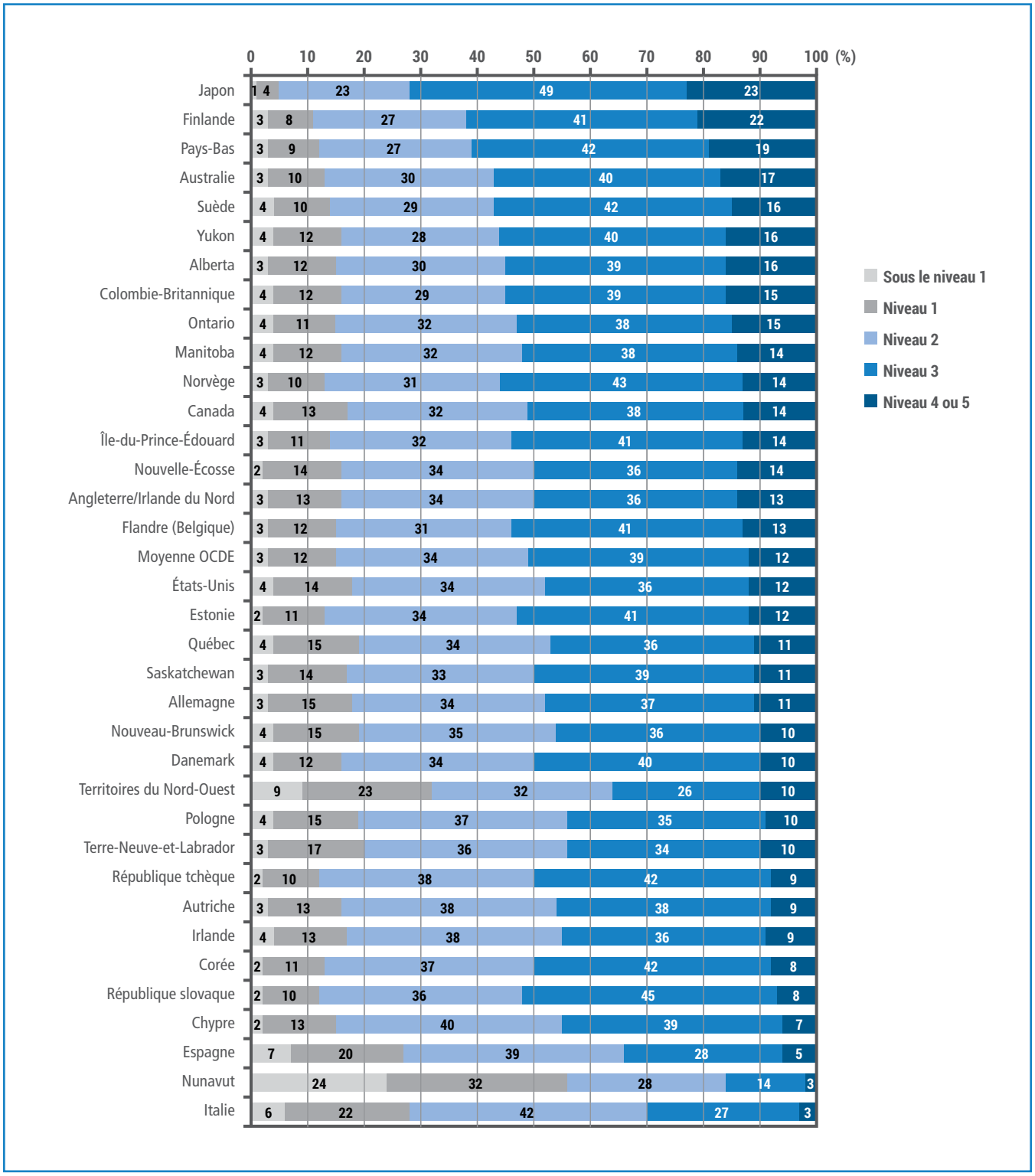
ANNEXE 4 : DES PERSONNES TALENTUEUSES

Programme pour l'évaluation internationale des compétences des adultes (PEICA)

Comme le mentionne le chapitre 4, le PEICA de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) fournit des mesures de comparaison internationale des compétences en littératie, en numératie et en résolution de problèmes dans un environnement hautement technologique chez les personnes de 16 à 65 ans. Les données montrent que les Canadiens ont obtenu la moyenne de l'OCDE en littératie (note moyenne de 273,5) et se situent tout juste sous la moyenne de l'OCDE en numératie (note moyenne de 265,5).

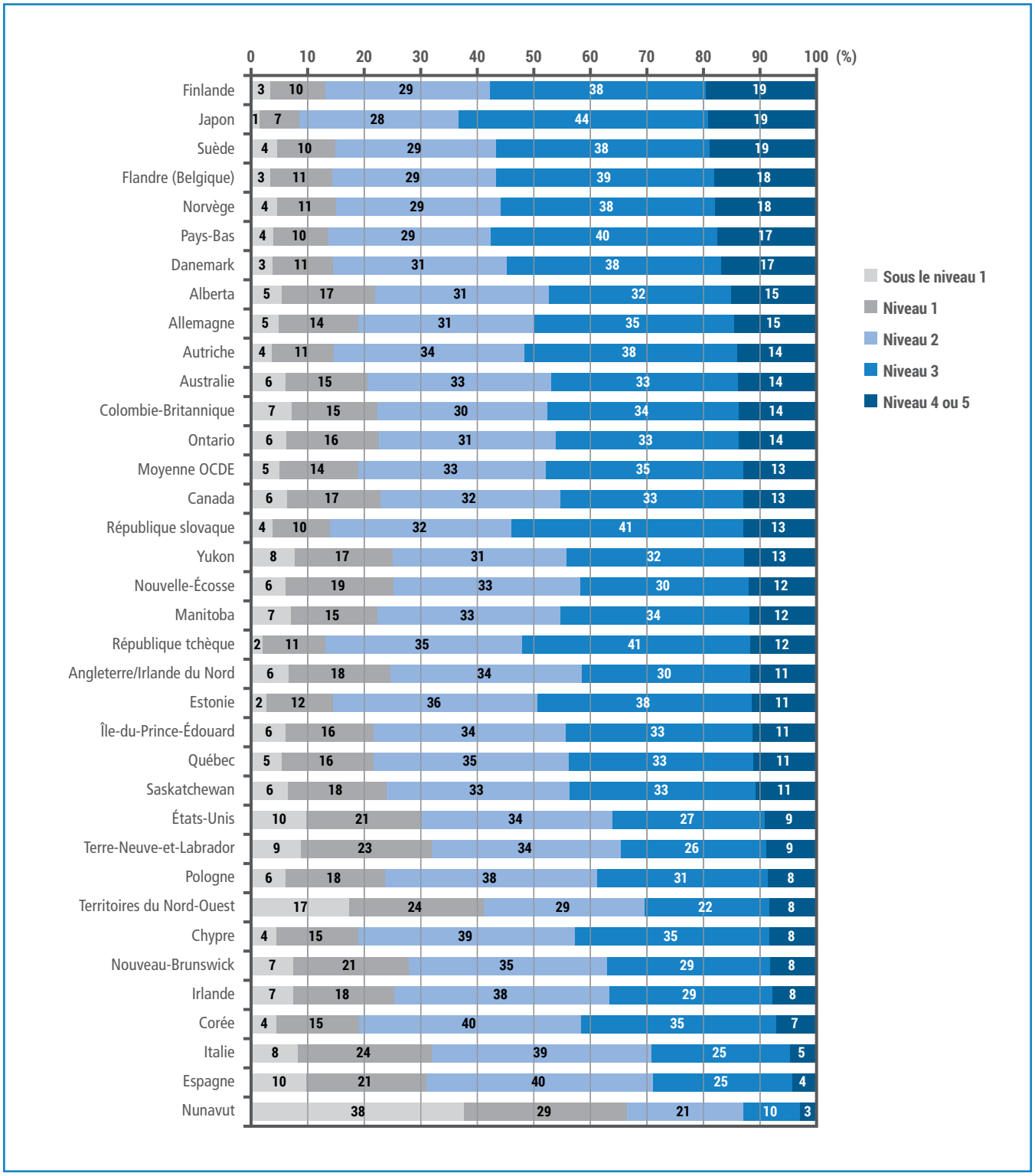
Quant à la résolution de problèmes dans un environnement hautement technologique, 37 % des Canadiens recensés ont obtenu d'excellents résultats (supérieurs de 34 % à la moyenne de l'OCDE). Cette statistique vaut pour l'ensemble des provinces et des territoires canadiens, à l'exception du Nunavut (11 %) et de Terre-Neuve-et-Labrador (29 %). Parmi les autres pays où les résultats étaient supérieurs à la moyenne de l'OCDE, citons la Suède (44 %), les Pays-Bas (44 %), la Finlande (42 %), la Norvège (41 %) et l'Australie (38 %). Au nombre des pays où les résultats étaient inférieurs à la moyenne de l'OCDE figurent les États-Unis (31 %), la Corée (30 %) et l'Irlande (25 %).

Figure 4A-1 : Littératie dans un environnement hautement technologique – Répartitions comparatives des niveaux de compétence des personnes de 16 à 65 ans, par pays, province et territoire, en 2012



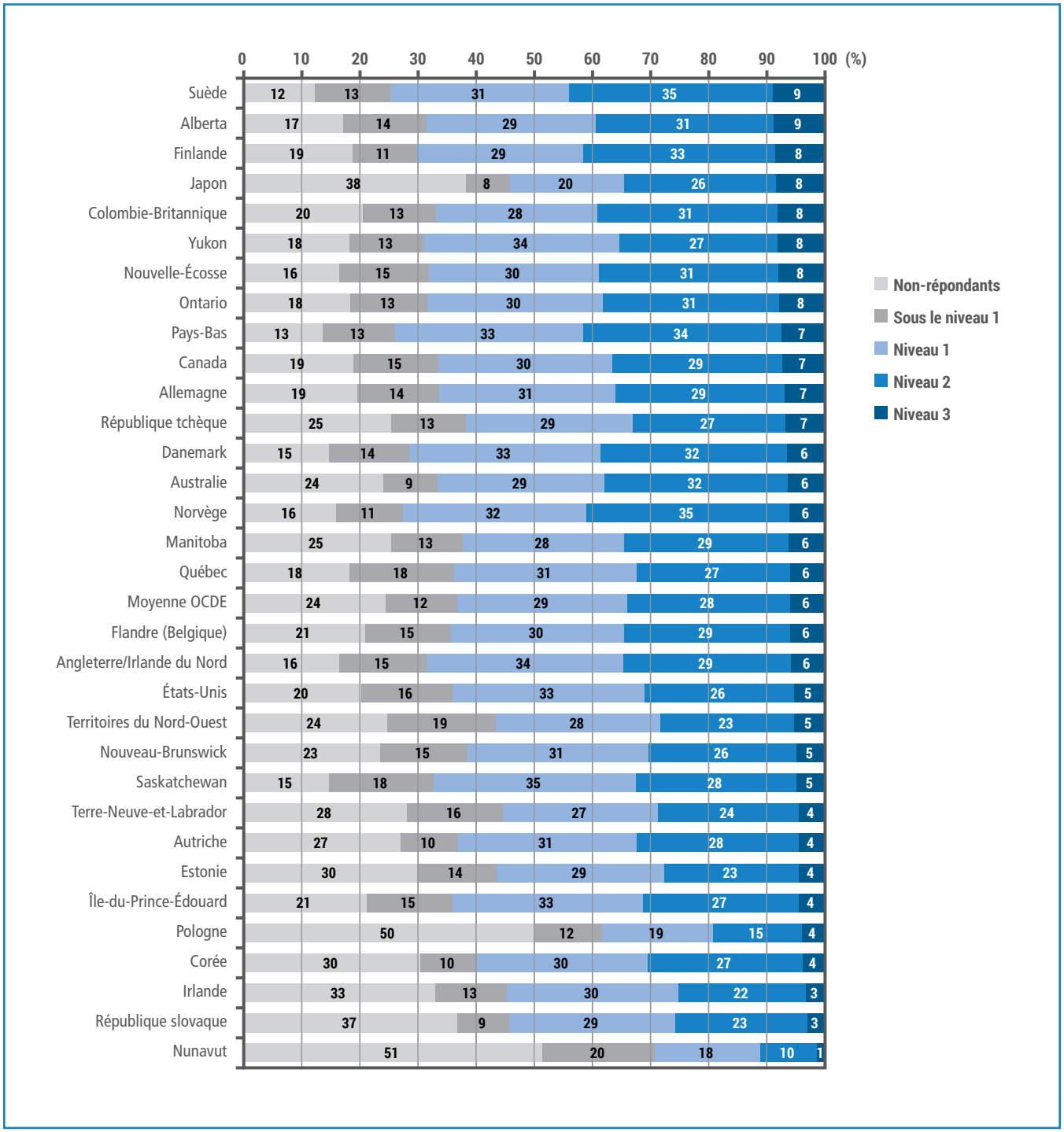
Sources : Programme pour l'évaluation internationale des compétences des adultes, 2012; Statistique Canada, Emploi et Développement social Canada et Conseil des ministres de l'Éducation (Canada), *Les compétences au Canada : Premiers résultats du Programme pour l'évaluation internationale des compétences des adultes (PEICA)*, nº 89-555-X au catalogue, 2013.

Figure 4A-2 : Numératie dans un environnement hautement technologique – Répartitions comparatives des niveaux de compétence des personnes de 16 à 65 ans, par pays, province et territoire, en 2012



Sources : Programme pour l'évaluation internationale des compétences des adultes, 2012; Statistique Canada, Emploi et Développement social Canada et Conseil des ministres de l'Éducation (Canada), *Les compétences au Canada : Premiers résultats du Programme pour l'évaluation internationale des compétences des adultes (PEICA)*, nº 89-555-X au catalogue, 2013.

Figure 4A-3 : Résolution de problèmes dans un environnement hautement technologique – Répartitions comparatives des niveaux de compétence des personnes de 16 à 65 ans, par pays, province et territoire, en 2012



Sources : Programme pour l'évaluation internationale des compétences des adultes, 2012; Statistique Canada, Emploi et Développement social Canada et Conseil des ministres de l'Éducation (Canada), *Les compétences au Canada : Premiers résultats du Programme pour l'évaluation internationale des compétences des adultes (PEICA)*, nº 89-555-X au catalogue, 2013.

Programme international pour le suivi des acquis des élèves (PISA)

Une analyse approfondie des données du PISA présentée au chapitre 4 révèle que 21,9 % des élèves canadiens ont obtenu d'excellents résultats dans l'un des trois domaines d'évaluation (compréhension de l'écrit, mathématiques et sciences) et sont donc considérés comme les élèves les plus performants dans cette catégorie. Dans une proportion plus faible, 6,5 % des élèves canadiens ont obtenu des résultats remarquables dans les trois domaines et sont donc considérés comme polyvalents. Le Canada fait donc bonne figure par rapport aux autres pays. Onze des 65 pays ayant participé au PISA comptaient davantage d'élèves les plus performants que le Canada : Shanghai (Chine), Singapour, le Taipei chinois, Hong Kong (Chine), la Corée, le Japon, le Liechtenstein, Macao (Chine), la Finlande, les Pays-Bas et la Belgique. Dans chacun de ces pays, sauf au Japon, les élèves les plus performants excellaient en mathématiques. Huit pays comptaient plus d'élèves polyvalents que le Canada : Shanghai (Chine), Singapour, le Japon, Hong Kong (Chine), la Corée, la Nouvelle-Zélande, l'Australie et la Finlande.

Comme le décrit le chapitre 4, le rendement des élèves varie beaucoup selon le sexe. Dans les pays de l'OCDE, les filles devancent les garçons de 38 points en compréhension de l'écrit; au Canada, l'écart est de 35 points. En sciences, les filles devancent les garçons d'un point dans les pays de l'OCDE et de trois points au Canada. Inversement, en mathématiques, les garçons devancent les filles de 11 points dans les pays de l'OCDE et de 10 points au Canada.

Tableau 4A : Programme international pour le suivi des acquis (PISA) des élèves en 2012

Mathématiques			Compréhension de l'écrit			Sciences		
	2009 Points (rang)	2012 Points (rang)		2009 Points (rang)	2012 Points (rang)		2009 Points (rang)	2012 Points (rang)
Shanghai (Chine)	600 (1)	613 (1)	Shanghai (Chine)	556 (1)	570 (1)	Shanghai (Chine)	575 (1)	580 (1)
Singapour	562 (2)	573 (2)	Hong Kong (Chine)	533 (4)	545 (2)	Hong Kong (Chine)	549 (3)	555 (2)
Hong Kong (Chine)	555 (3)	561 (3)	Singapour	526 (5)	542 (3)	Singapour	542 (4)	551 (3)
Taipei chinois	543 (5)	560 (4)	Japon	520 (8)	538 (4)	Japon	539 (5)	547 (4)
Corée	546 (4)	554 (5)	Corée	539 (2)	536 (5)	Finlande	554 (2)	545 (5)
Macao (Chine)	525 (20)	538 (6)	Finlande	536 (3)	524 (6)	Estonie	528 (9)	541 (6)
Japon	529 (9)	536 (7)	Irlande	496 (21)	523 (7)	Corée	538 (6)	538 (7)
Liechtenstein	536 (7)	535 (8)	**Canada**	**524 (6)**	**523 (8)**	Pologne	508 (19)	526 (8)
Suisse	534 (8)	531 (9)	Taipei chinois	495 (23)	523 (9)	**Canada**	**529 (8)**	**525 (9)**
Pays-Bas	526 (11)	523 (10)	Pologne	500 (15)	518 (10)	Liechtenstein	520 (13)	525 (10)
Estonie	512 (16)	521 (11)	Estonie	501 (13)	516 (11)	Allemagne	520 (12)	524 (11)
Finlande	540 (6)	519 (12)	Liechtenstein	499 (18)	516 (12)	Taipei chinois	520 (14)	523 (12)
Canada	**527 (10)**	**518 (13)**	Nouvelle-Zélande	521 (7)	512 (13)	Pays-Bas	522 (11)	522 (13)
Pologne	495 (24)	517 (14)	Australie	515 (9)	512 (14)	Irlande	508 (20)	522 (14)
Belgique	515 (13)	515 (15)	Pays-Bas	508 (10)	511 (15)	Australie	527 (10)	521 (15)
Allemagne	513 (15)	514 (16)	Belgique	506 (11)	509 (16)	Macao (Chine)	511 (18)	521 (16)
Autriche	-	505 (17)	Suisse	500 (14)	509 (17)	Nouvelle-Zélande	532 (7)	516 (17)
Australie	514 (14)	504 (18)	Macao (Chine)	487 (28)	509 (18)	Suisse	517 (15)	515 (18)
Irlande	487 (31)	502 (19)	Allemagne	497 (20)	508 (19)	Slovénie	512 (17)	514 (19)
Slovénie	501 (19)	501 (20)	France	496 (22)	505 (20)	Royaume-Uni	514 (16)	514 (20)
Danemark	503 (18)	500 (21)	Norvège	503 (12)	504 (21)	États-Unis	502 (23)	497 (27)
Nouvelle-Zélande	519 (12)	500 (22)	États-Unis	500 (17)	498 (23)			
Islande	507 (17)	493 (26)	Suède	497 (19)	483 (35)			
États-Unis	487 (30)	481 (35)	Islande	500 (16)	483 (36)			

Source : OCDE, *Résultats du PISA 2012 : Savoirs et savoir-faire des élèves : Performance des élèves en mathématiques, en compréhension de l'écrit et en sciences*, volume I, version révisée, février 2014.

http://www.csti-stic.ca/

L'état des lieux en 2014

Le système des sciences, de la technologie et de l'innovation au Canada

Défis et occasions en matière d'innovation au Canada

Conseil des sciences, de la technologie et de l'innovation

Conseil consultatif du gouvernement du Canada