



Fondation canadienne pour l'innovation
Canada Foundation for Innovation

**Rapport sur l'avancement des projets et rapports
institutionnels de 2005**

Une analyse des investissements et des résultats

Préparé par

Planification et évaluation des impacts

Décembre 2005

Fondation canadienne pour l'innovation

**Rapport sur l'avancement des projets et rapports
institutionnels de 2005**

Une analyse des investissements et des résultats

TABLE DES MATIÈRES

Sommaire

1. Introduction

- 1.1 Rôle de la FCI en R.-D. au Canada
- 1.2 Catégories des fonds de la FCI

2. Méthodologie

- 2.1 Collecte des données
- 2.2 Nature des données
- 2.3 Utilisation et interprétation des données

3. Résultats

- 3.1 Vue d'ensemble
- 3.2 Attirer, maintenir en poste et former un personnel de R.-D. hautement qualifié
- 3.3 Transformer la nature de la recherche
- 3.4 Améliorer la capacité d'innovation du Canada dans un monde concurrentiel
- 3.5 Générer des retombées socio-économiques
- 3.6 Continuer sur notre lancée

4. Conclusion

Sommaire

La prospérité du Canada de demain est intimement liée à la croissance d'une économie axée sur le savoir et à une amélioration de la productivité dans le but de maintenir une bonne qualité de vie tout en respectant l'environnement. Cette productivité repose sur l'accroissement du bassin de la connaissance scientifique, analytique et technique, et sur l'expertise qui se dégage entre autres des ressources humaines, des installations et des structures organisationnelles. Le rôle de la Fondation canadienne pour l'innovation (FCI) est de contribuer à l'accroissement de ce bassin de connaissances et au développement de l'expertise qui s'y rattache.

La FCI est un organisme autonome créé par le gouvernement du Canada en 1997 pour financer l'infrastructure de recherche au sein des universités, des collèges, des hôpitaux et des établissements de recherche à but non lucratif, partout au Canada. En d'autres mots, les programmes mis en place par la FCI visent à :

- renforcer la capacité d'innovation du Canada;
- recruter et maintenir en poste au Canada du personnel de recherche hautement qualifié;
- encourager, par l'intermédiaire de la recherche, la formation de ressources humaines hautement qualifiées;
- promouvoir le réseautage, la collaboration et la multidisciplinarité parmi les chercheurs, les établissements et les secteurs;
- optimiser l'utilisation de l'infrastructure de recherche au sein des établissements canadiens et entre ces derniers.

Généralement, la FCI finance jusqu'à 40 p. 100 des coûts liés à un projet d'infrastructure, le restant du financement étant assuré par l'institution bénéficiaire et ses autres partenaires financiers. Parmi ces partenaires, on retrouve le gouvernement provincial concerné, les entreprises des secteurs public et privé de même que les organisations à but non lucratif. À ce jour, le gouvernement a confié 3,65 milliards de dollars à la FCI. Ces sommes ont été investies dans près de 4 300 projets soumis par des établissements situés dans 62 différentes municipalités canadiennes.

Le présent rapport constitue une analyse des rapports sur l'avancement des projets que la FCI a financés entre 2000 et 2005. On demande aux établissements de coordonner les rapports de ces projets et de les déposer, accompagnés du rapport de leur établissement, pour chacun des cinq exercices suivant la conclusion de l'entente de financement visant ces projets, avec la FCI. Le 15 juin 2005, la FCI avait reçu 96 p. 100 des rapports d'avancement qu'elle attendait. Au total, la FCI a reçu 2 805 rapports d'avancement.

Les projets d'infrastructure financés par la FCI couvrent toutes les disciplines et varient grandement en termes de dimensions et de complexité. Il se peut que les projets qui viennent tout juste de se voir attribuer un financement ou qui sont plus complexe que la normale soient toujours en cours d'élaboration. Ces projets sont tout de même inclus dans la présente analyse. Malgré ces quelques exceptions, la FCI estime qu'en général, les données sur cinq

ans fournies par les établissements lui permettent d'obtenir une image assez juste des tendances de la dynamique qui découle de ses investissements.

Voici un aperçu des conclusions de l'analyse. **Depuis 2000 :**

- près de 7 200 chercheurs ont déclaré que l'infrastructure de recherche constituait un facteur important dans leur décision de demeurer au Canada ou de venir au Canada pour entreprendre leurs travaux de recherche. Parmi eux, on compte quelque 1 470 chercheurs provenant des États-Unis (environ 20 p. 100) et 1 230 chercheurs (environ 17 p. 100) provenant d'autres pays;
- plus de 34 100 étudiants postdoctoraux ou des cycles d'études supérieures ont entrepris des projets de recherche pour lesquels l'infrastructure constituait un élément clé;
- plus de 8 900 étudiants ayant acquis de l'expérience sur l'infrastructure de recherche de pointe ont complété leur formation et ont par la suite accepté un emploi dans un établissement de recherche public, privé ou à but non lucratif au Canada;
- plus de 9 600 membres du personnel technique ont reçu une formation sur l'utilisation et la maintenance de l'infrastructure de recherche;
- plus de 2000 projets de recherche, ou quelque 80 p. 100 de notre échantillon, ont permis d'améliorer les possibilités de faire de la recherche en collaboration avec d'autres organisations;
- près de 1 500 projets de recherche, ou 60 p. 100 de notre échantillon, ont dressé des ponts permettant un regroupement de différentes disciplines;
- 1 100 projets d'infrastructure, ou 44 p. 100 de notre échantillon, ont permis de devenir compétitifs sur la scène internationale, selon les dires des responsables de ces projets.

Les avantages socio-économiques que le Canada tire de ses investissements sont de plus en plus évidents. Plusieurs exemples provenant des rapports sur l'avancement des projets démontrent clairement que nos établissements jouent un rôle crucial dans le développement socio-économique des différentes collectivités du Canada. Il ne fait plus aucun doute que les investissements de la FCI dans l'infrastructure de recherche des universités, des collèges, des hôpitaux de recherche et des organisations à but non lucratif ont permis au Canada de jouer un rôle de premier plan dans le développement de la recherche et de la technologie d'envergure internationale. Les autres pays ne versent toutefois pas dans l'immobilisme et cherchent eux aussi à améliorer leur compétitivité pour relever les défis qui se dressent à l'horizon. Pour préserver notre qualité de vie dans l'économie du savoir, il est important que le Canada continue sur sa lancée.

1. Introduction

1.1 Rôle de la FCI en R.-D. au Canada

L'avenir du Canada repose sur une croissance économique découlant du savoir et qui stimule la productivité, tout en préservant la qualité de vie et en respectant l'environnement. Cette nouvelle productivité émane d'un bassin élargi d'expertise et de connaissances scientifiques, analytiques et techniques véhiculées par des ressources humaines et des organisations outillées d'installations de pointe. Le transfert de connaissances sur la scène locale, régionale et nationale est favorisé par la mobilité de ceux et celles qui entreprennent des projets de R.-D. au sein de leur organisation ou dans le cadre de projets conjoints auxquels participent plusieurs organisations. Pour innover, ces chercheurs de talent ont besoin d'immobilisations – d'infrastructures et de matériel de recherche, y compris de ressources informatiques de pointe. À terme, ces processus mènent à des produits, à des procédés, à des politiques et à des programmes qui épargnent l'environnement et qui créent de l'emploi.

La Fondation canadienne pour l'innovation (FCI) (www.innovation.ca) a le mandat de favoriser le développement de ce bassin de connaissances et de compétences. La FCI est un organisme autonome créé par le gouvernement du Canada en 1997 pour financer l'infrastructure de recherche. Son mandat est d'accroître la capacité des universités, des collèges, des hôpitaux et des établissements de recherche canadiens à but non lucratif de poursuivre des activités de recherche et de développement technologique d'envergure internationale qui produisent des retombées pour les Canadiens. Les infrastructures de recherche comprennent du matériel, des laboratoires, des édifices, des installations, des bases de données et de l'équipement informatique de pointe. Ces immobilisations de pointe sont nécessaires pour que le Canada puisse demeurer concurrentiel dans le secteur de la R.-D. En résumé, les programmes de la FCI sont conçus en fonction des objectifs suivants :

- recruter et maintenir en poste au Canada du personnel de recherche hautement qualifié;
- encourager, par l'intermédiaire de la recherche, la formation de ressources humaines hautement qualifiées;
- promouvoir le réseautage, la collaboration et la multidisciplinarité parmi les chercheurs, les établissements et les différents secteurs d'activité;
- optimiser l'utilisation et le partage de l'infrastructure de recherche au sein des établissements canadiens et entre ces derniers en vue de renforcer la capacité d'innovation du Canada.

Les propositions déposées à la FCI doivent respecter les plans stratégiques de recherche préparés par les établissements. Elles sont évaluées au mérite par un groupe de pairs comprenant des spécialistes externes, puis examinées par un comité d'évaluation multidisciplinaire qui leur attribue une cote et formule des recommandations quant aux projets d'infrastructure qui représentent le meilleur emploi des fonds publics. L'évaluation des projets prend en compte trois critères :

- La qualité de la recherche et le besoin en infrastructure;
- La contribution à l'amélioration de la capacité d'innovation;
- Les retombées potentielles de la recherche pour le Canada.

La FCI finance habituellement jusqu'à 40 p. 100 des coûts relatifs aux infrastructures de recherche des projets retenus, ce qui facilite la tâche de planification stratégique des organisations en plus de leur procurer l'assise financière requise pour la conclusion de partenariats avec d'autres bailleurs de fonds tels les provinces, le secteur privé et les organismes de recherche à but non lucratif. La structure de la FCI lui permet de prendre des engagements fermes en matière de financement à long terme et de continuer d'assurer l'administration, le décaissement et le contrôle de ces fonds en faisant preuve d'un degré élevé de transparence et de souplesse.

En date du 15 juillet 2005, le gouvernement fédéral avait confié 3,65 milliards de dollars à la FCI. En tenant compte des revenus d'intérêts, cette somme devrait atteindre 4,85 milliards de dollars d'ici 2010. Le ratio de financement à hauteur de 40 p. 100 devrait en principe engendrer un investissement total de 11 milliards de dollars dans le secteur canadien de la R.-D. À ce jour, la FCI a investi quelque 3,0 milliards de dollars dans près de 4300 projets menés par des universités, des collèges, des instituts de recherche à but non lucratif et des hôpitaux de recherche situés dans 62 municipalités du Canada.

La FCI compte parmi plusieurs organismes qui financent la R.-D. dans les universités, les collèges, les hôpitaux de recherche et les organismes de recherche sans but lucratif au Canada. Elle travaille en complémentarité avec ces autres organismes, de ressort fédéral, provincial et local. Les projets d'infrastructure qu'elle finance couvrent toute la gamme des disciplines et des domaines de R.-D., allant de l'ingénierie à la santé en passant par l'économie politique, pour n'en nommer que quelques-uns, et favorisent la collaboration entre les secteurs institutionnel, privé, gouvernemental et à but non lucratif.

1.2 Catégories des fonds de la FCI

L'architecture des programmes de la FCI est adaptée à la nature évolutive des besoins du secteur de la recherche et au paysage changeant des sciences et technologies au Canada. Elle repose sur une variété de fonds conçus à des fins distinctes et destinés à différents types d'établissements. Une nouvelle architecture de programmes mise en place à la fin de 2005 a permis de remplacer des fonds antérieurs qui venaient à échéance, ou dont le capital était complètement épuisé ou engagé. Par conséquent, les rapports sur l'état des projets et les rapports institutionnels visés par la présente analyse fournissent de l'information sur les sommes allouées en vertu des fonds existants jusqu'en 2005 inclusivement.

Un premier ensemble, parmi les anciens fonds, visait à promouvoir la multidisciplinarité et la collaboration entre les chercheurs, les établissements et les différents secteurs. Ces fonds comprenaient :

Le **Fonds d'innovation (FI)**, qui a permis aux établissements admissibles, seuls ou en partenariat, de renforcer leurs infrastructures de recherche dans des domaines prioritaires indiqués dans leur plan stratégique de recherche. Par l'intermédiaire de ce fonds, la FCI

mettait les établissements et les chercheurs canadiens au défi d'atteindre de nouveaux sommets d'excellence, d'améliorer leur compétitivité et d'assumer un rôle de leader sur la scène internationale. Jusqu'à maintenant, la FCI a investi davantage dans ce fonds que dans tout autre fonds, avec une contribution de 1,7 milliard de dollars répartie entre 700 projets.

Le **Fonds de développement de la recherche universitaire (FDRU)** était conçu pour améliorer l'infrastructure de recherche dans les universités admissibles qui avaient reçu, pendant la période allant de 1994 à 1996, moins de 1 p. 100 du total des fonds de recherche versés aux universités canadiennes. De 1998 à 2002, la FCI a investi 36 millions de dollars dans ce fonds.

Le **Fonds de développement de la recherche dans les collèges (FDRC)** a été mis sur pied pour aider les collèges, les instituts et leurs centres de recherche affiliés à mettre en place et à renforcer leurs infrastructures de recherche dans les domaines d'importance de leurs plans stratégiques de recherche. Ces établissements pouvaient proposer des projets dont le coût total atteignait au maximum 2 millions de dollars, la contribution maximale de la FCI étant fixée à 800 000 \$. De 1999 à 2000, la FCI a investi 15,6 millions de dollars dans ce fonds dans le cadre de deux compétitions.

Le **Fonds de collaboration internationale (FCI)** a été créé pour financer les projets d'infrastructures de recherche canadiens de très grande envergure qui permettent de tirer parti d'occasions de recherche extraordinaires en collaboration avec d'autres pays dotés d'installations de pointe. Jusqu'à maintenant, ce fonds a servi à financer trois projets, représentant un investissement total de 87 millions de dollars.

Le **Fonds d'accès international (FAI)** était conçu pour permettre aux chercheurs canadiens d'avoir accès à des installations de recherche de pointe et à de vastes programmes de recherche conjoints dans d'autres pays, et de travailler en collaboration avec les meilleurs chercheurs dans des domaines d'importance stratégique pour le Canada. La FCI a investi 71 millions de dollars dans ce fonds.

Le **Fonds des occasions exceptionnelles**, constituant un mécanisme de réaction rapide donnant aux établissements et à leurs partenaires une occasion unique de participer à des recherches exceptionnelles et novatrices. Bien que la nature de la plupart des projets d'infrastructure exige un laps de temps important entre leur conceptualisation et leur mise en œuvre, il existe de rares occasions où le délai normal d'un concours pourrait compromettre une occasion de recherche exceptionnelle. À ce jour, la FCI a investi 7 millions de dollars dans un seul projet au titre de ce fonds.

Un deuxième ensemble de fonds visait les établissements qui ont besoin d'aide pour attirer et maintenir en poste des chercheurs de renom canadiens et étrangers. Ce sont :

Le **Fonds de relève (FR)**, permettant aux universités admissibles d'acquérir des infrastructures pour les nouveaux membres de leur corps professoral lors de leur première nomination dans des établissements conférant des grades universitaires, de manière à ce que ces chercheurs puissent entreprendre des recherches de pointe. Jusqu'à maintenant, la FCI a investi plus de 300 millions de dollars dans plus de 2 100 projets au titre de ce fonds.

Le **Fonds d'infrastructure pour les chaires de recherche du Canada (FICRC)** est conçu pour permettre aux universités et à leurs instituts et hôpitaux de recherche affiliés d'inclure dans leur processus d'instauration d'une chaire de recherche une demande de financement à la FCI en vue d'obtenir l'infrastructure nécessaire à la nouvelle chaire. Le Programme des chaires de recherche du Canada est administré au moyen d'un mécanisme tripartite élaboré par les trois organismes subventionnaires canadiens visant les universités et les hôpitaux de recherche¹. La FCI a investi plus de 180 millions de dollars dans plus de 1 200 projets au titre de ce fonds.

Le **Programme des bourses de carrière**, destiné à reconnaître et à appuyer des chercheurs exceptionnels en fournissant aux établissements l'infrastructure nécessaire pour qu'ils mènent à bien leurs activités de recherche. Ce programme était administré en partenariat avec les trois organismes subventionnaires fédéraux. La FCI a investi près de 7 millions de dollars dans ce fonds.

On doit aussi mentionner deux autres fonds :

Depuis 2001, la FCI a aidé les établissements à assumer les coûts d'exploitation et d'entretien liés aux nouvelles infrastructures mises en place au moyen de son **Fonds d'exploitation des infrastructures (FEI)**. Aucune contribution complémentaire n'est exigée dans le cadre de ce programme. Les fonds attribués à l'établissement pour l'exploitation des infrastructures peuvent représenter jusqu'à 30 p. 100 du montant de la contribution finalisée de la FCI. En pratique, le financement offert par la FCI par l'intermédiaire du FEI ne correspond qu'à une portion beaucoup plus restreinte des coûts totaux d'exploitation et d'entretien, puisque la FCI ne finance que 40 p. 100 des coûts d'immobilisation². Le reste de ces dépenses d'exploitation et d'entretien doit être financé par d'autres sources. Le montant alloué à ce fonds frise les 380 millions de dollars³.

Le **Fonds des hôpitaux de recherche (FHR)** a été institué en 2003 pour permettre aux hôpitaux de recherche du Canada de faire l'acquisition de nouvelles infrastructures de recherche de pointe. Toutefois, étant donné qu'aucune entente n'a encore été conclue, aucun rapport d'avancement au titre de ce fonds ne figure dans la présente analyse.

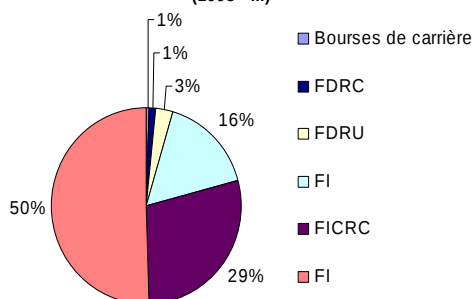
Les figures 1.2.1 et 1.2.2 ci-dessous font état du nombre de contributions et de l'importance des montants accordés pour chacun des fonds de la FCI.

¹ Les trois organismes subventionnaires en question sont le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG), les Instituts de recherche en santé du Canada (IRSC) et le Conseil de recherches en sciences humaines (CRSH).

² La communauté du calcul de haute performance au Canada estime que le FEI fournit environ 10 p. 100 des coûts d'exploitation et d'entretien.

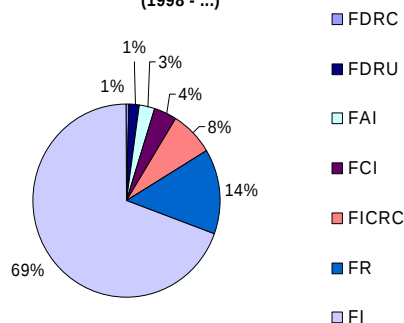
³ Cette allocation représente 30 p. 100 de la contribution maximale de la FCI pour les projets approuvés à partir de juillet 2001 au titre du FI et du FR.

Figure 1.2.1
Nombre de contributions par fonds
(1998 - ...)



Nota : Les fonds ayant reçu moins de 1 p. 100 des contributions de la FCI n'apparaissent pas dans cette figure. Il s'agit du FCI, du FAI et du Fonds des occasions exceptionnelles. Le FEI n'apparaît pas non plus.

Figure 1.2.2
Montants accordés par fonds
(1998 - ...)



Nota : Les fonds ayant reçu moins de 1 p. 100 des sommes investies par la FCI n'apparaissent pas dans cette figure. Il s'agit du *Programme des bourses de carrière* et du *Fonds des occasions exceptionnelles*. Le FEI n'apparaît pas non plus. Le montant total apparaissant est de 2,6 milliards de dollars.

2. Méthodologie

2.1 Collecte des données

Chaque année, les établissements de recherche et les responsables des projets financés par la FCI doivent soumettre des rapports d'avancement au plus tard le 15 juin. Cette exigence s'applique pendant les cinq années financières suivant l'approbation de leur budget par la FCI et la conclusion de l'entente de financement. Les établissements et les responsables de projet doivent fournir les données textuelles et chiffrées qui leur sont demandées dans un formulaire. On demande aux établissements de préparer un rapport global qui montre les progrès accomplis au cours de la dernière année dans la poursuite des objectifs inclus dans leur plan stratégique de recherche. Ces rapports prennent en compte les différents facteurs permettant de renforcer les capacités d'innovation et la production d'avantages socio-économiques. Tous ces rapports sont affichés sur le site Web de la FCI à chaque année⁴. Ils comprennent des données très importantes pour l'évaluation des programmes de la FCI et revêtent également une grande importance pour préparer les « visites d'évaluation des résultats » devant débiter en 2006 (pour en savoir plus, voir la section 3.5).

La présente analyse met l'accent sur les rapports d'avancement de projet rédigés par les responsables de projet et qui ont été révisés et approuvés par leur établissement.

⁴ <http://www.innovation.ca/publications/index.cfm?websiteid=422>

2.2 Nature des données

La caractéristique la plus importante des données prises en compte dans l'analyse annuelle des rapports d'avancement de la FCI est leur hétérogénéité.

Premièrement, l'envergure et la complexité des projets financés par la FCI varient beaucoup. Les projets d'infrastructure de nature modeste, surtout ceux destinés à attirer et à maintenir les chercheurs en poste, sont souvent faciles à planifier et à mettre en œuvre, notamment en ce qui a trait aux acquisitions; par contre, dans le cas de projets complexes et de grande envergure comme ceux financés par le *Fonds d'innovation*, il faut parfois plus d'un an pour mener à bien les différentes étapes que constituent la planification, l'adjudication, l'acquisition, la construction, l'aménagement et la mise en service. Bref, l'ampleur et la complexité de tels projets ont une incidence sur le temps nécessaire pour les mettre en œuvre et pour obtenir des résultats.

Deuxièmement, les projets concernent une grande diversité de disciplines et de domaines scientifiques, qui évoluent de différentes façons; certains projets sont axés sur la science fondamentale proprement dite alors que d'autres concernent uniquement des sciences appliquées.

Troisièmement, la base de données de la FCI qui sert à l'analyse des rapports d'avancement de 2005 contient de l'information sur des projets qui ont été lancés entre le 1^{er} avril 2000 et le 31 mars 2005. Par conséquent, certains projets viennent tout juste de débiter alors que d'autres sont en cours depuis plusieurs années et ont pratiquement atteint la fin du cycle de production des rapports d'avancement et des rapports financiers. Quoique l'on puisse déplorer ce fait, la FCI n'a actuellement que cette solution pour s'assurer qu'il y a un intervalle constant entre chacune des collectes de données.

Quatrièmement, les données sont de nature subjective. Les responsables de projets doivent fournir leur évaluation personnelle des impacts des infrastructures financées par la FCI en regard des objectifs des fonds concernés, comme la capacité d'attirer et de maintenir les chercheurs en poste, la productivité des recherches, les retombées socio-économiques, et ainsi de suite. Il n'y a pas de véritable raison de fournir dans les rapports de l'information qui ne soit pas exacte puisque les rapports d'avancement n'ont pas d'incidence sur le financement futur. Les lacunes possibles tiennent vraisemblablement plus à un manque de ressources et de temps et, dans le cas de vastes et complexes projets d'infrastructure, à un manque de ressources administratives pour remplir minutieusement les formulaires et retracer tous les chiffres. Il est possible que l'on soit dans l'impossibilité de mettre la main sur certaines données. Bien que dans tous les cas, les établissements passent en revue les rapports d'avancement des chercheurs et les valident avant de les présenter à la FCI, le contrôle de la qualité effectué peut être plus ou moins strict, et la FCI ne peut tout vérifier compte tenu de l'ampleur de la tâche.

Finalement, on doit aussi noter un problème dans la précision de l'attribution des impacts. L'investissement de la FCI dans les infrastructures de recherche ne représente qu'un aspect d'une vaste entreprise qui en comporte bien d'autres. D'autres organismes cofinancent l'infrastructure; on doit garder à l'esprit le financement de la recherche et de la formation de

même que bien d'autres éléments bénéfiques qui complexifient la tâche d'attribuer précisément le mérite des impacts observés.

En dépit de ces problèmes, la FCI estime que les rapports d'avancement annuels constituent une source de données valable pour fins d'analyse. Le nombre de rapports reçus chaque année s'élève maintenant à près de 3000, un nombre considérable d'un point de vue statistique, ce qui permet de cerner les grandes tendances qui se dessinent au fil des ans. Quant à la taille de l'échantillon, du point de vue du sondeur, il s'agit de valeurs statistiques qui permettent de calculer une marge d'erreur fiable.

2.3 Utilisation et interprétation des données

Par le passé, la FCI a posé aux responsables de projet et d'établissement des questions concernant les investissements que la FCI a faits dans l'infrastructure de recherche au cours de l'exercice précédent. Cette approche était raisonnable à une époque où le nombre de projets financés était gérable et que, toutes proportions gardées, un nombre relativement peu élevé de projets étaient sur le point de s'achever. Ce type de question a continué d'être utilisé pour les fins de la présente analyse. Aujourd'hui, de nombreux projets sont toutefois arrivés à une maturité suffisante pour qu'il soit raisonnable de poser des questions sur leur évolution. De plus, en ce qui concerne les responsables de projet, il est généralement plus pertinent de poser des questions sur l'évolution d'un projet de recherche depuis ses débuts, par exemple concernant le nombre d'étudiants que le projet a attiré et leur parcours professionnel par la suite. Par conséquent, pour les fins de l'analyse de 2005, on collige maintenant des données sur divers sujets.

Cependant, les données globales et cumulatives présentent certaines limites. Les résultats présentés permettent de voir les grandes tendances, mais il serait erroné de les interpréter comme s'il s'agissait de chiffres précis. De plus, même les tendances observées varient en fonction, par exemple, de la date de début de projet, du type de fonds utilisé et du domaine de recherche. Cela dit, il est tout de même utile d'obtenir les données globales. Cela permet de donner aux parties intéressées un aperçu des impacts découlant des investissements dans l'infrastructure de recherche depuis 2000, et de déterminer quels sujets méritent une investigation et une analyse plus approfondies.

3. Résultats

3.1 Vue d'ensemble

Comme la date limite pour la soumission des rapports a été fixée au 15 juin, la FCI a établi que l'échéance relative à l'inclusion de données figurant dans les rapports d'avancement des projets serait fixée au 15 juin. Cette année, sur un total de 2 937 rapports exigés, 2 805 projets, soit près de 96 p. 100, avaient soumis leur rapport à cette date. Des 113 établissements à qui l'on avait demandé de produire un rapport sommaire, 81 l'ont fait en respectant cette échéance.

Selon ces rapports :

- près de 1 300 infrastructures, ou 46 p. 100 des projets, avaient atteint leur pleine maturité et avaient été utilisées pour la recherche durant toute l'année précédente;
- environ 1 050 infrastructures, ou 37 p. 100 des projets, étaient partiellement développées ou avaient atteint leur maturité au cours de l'année précédente, mais n'avaient pas été utilisées durant toute l'année;
- environ 450 infrastructures, ou 17 p. 100 des projets, étaient toujours en cours de développement et n'avaient pas été utilisées pour la recherche au cours de l'année précédente.

3.2 Attirer, maintenir en poste et former un personnel de R.-D. hautement qualifié

Attirer, maintenir en poste et former des chercheurs brillants et créatifs dans le contexte mondial de la course au savoir constituent un défi constant pour les établissements et pour toute autre organisation à fort contenu de R.-D. Au Canada, les installations et

l'infrastructure de recherche de pointe financées par la FCI constituent un des atouts sur lesquels misent les établissements pour attirer et maintenir en poste les chercheurs, qui sont à leur tour capables d'intéresser des étudiants et d'autres travailleurs hautement qualifiés à leurs installations. À la fin de leur formation, un certain

L'infrastructure de pointe financée par la FCI et utilisée par l'équipe de recherche qui travaille sur des problèmes de biodiversité et de fonctionnement des écosystèmes a été un facteur déterminant pour le recrutement dans les départements de biologie, de géographie, de sciences des ressources naturelles, au Musée Redpath et à l'École d'environnement de McGill. Ainsi, onze nouveaux écologistes et biologistes évolutionnistes ont été embauchés par le département de biologie de McGill. On a ainsi créé un groupe de recherche de 20 personnes parmi les plus reconnues au monde dans ce domaine de recherche. Au nombre des personnes embauchées figurent des chercheurs exceptionnels de tous horizons, dont quatre titulaires de CRC, de Chicago, de Paris et de la Floride. Il convient de souligner que la recrue de Paris a récemment reçu une médaille d'argent décernée par le gouvernement français au meilleur scientifique en cours de carrière, toutes disciplines confondues, et qu'il est président d'un consortium international de recherche.

nombre de stagiaires quittent l'établissement pour travailler dans le secteur privé ou gouvernemental, certains se joignent à d'autres établissements au Canada ou à l'étranger alors que d'autres demeurent au sein de l'établissement même. Le Canada vise à réaliser un gain net parmi les chercheurs de talent œuvrant dans différents secteurs au pays et à tirer profit de l'accès au savoir mondial favorisé par les chercheurs et les stagiaires formés au Canada et qui quittent pour l'étranger.

L'analyse des rapports d'avancement révèle que les investissements de la FCI dans l'infrastructure ont une incidence importante sur le recrutement et le maintien en poste des chercheurs d'élite. **Depuis l'an 2000**, les projets de la FCI ont permis :

- d'attirer près de 7 200 chercheurs dans les établissements canadiens – dont près de 1 470 (environ 20 p. 100) provenaient des États-Unis et 1 230 (environ 17 p. 100) d'autres pays;
- de recruter principalement auprès des établissements universitaires et des hôpitaux de recherche (près de 90 p. 100 des chercheurs provenaient de ces sources);
- de recruter 6 p. 100 de ces chercheurs dans le secteur privé;
- de recruter 4 p. 100 de ces chercheurs dans le secteur à but non lucratif.

Figure 3.2.1

Origine géographique des chercheurs recrutés grâce aux projets d'infrastructure (depuis 2000)

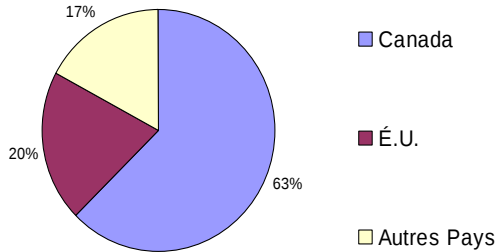
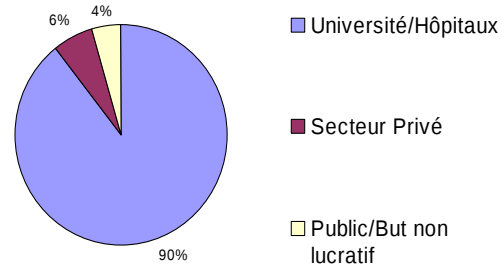


Figure 3.2.2

Origine, par secteurs, des chercheurs recrutés aux projets d'infrastructure (depuis 2000)



Il est intéressant de constater que les nouveaux chercheurs proviennent de l'extérieur du secteur institutionnel. La documentation sur l'innovation semble indiquer que les chercheurs d'expérience dans divers secteurs maintiennent tout au long de leur carrière leurs contacts et leurs réseaux au sein de différents organismes. Ces relations les aident à parfaire leur savoir sur différentes perspectives et applications et peuvent se traduire par un transfert de connaissances plus efficace pour la société. Le transfert des connaissances est également favorisé par la mobilité des stagiaires.

La diversité des infrastructures acquises par le Centre for Forest Interdisciplinary Research de l'Université de Winnipeg a permis aux professeurs de même qu'aux étudiants et au personnel technique de travailler dans un milieu de recherche et de formation très fertile. Ce Centre continue d'engager des étudiants provenant de différentes disciplines, dont la biologie, la géographie, la chimie, les sciences de l'environnement et la sociologie. La force du Centre repose sur une approche interdisciplinaire de la recherche sylvicole. La diversité parmi ses chercheurs affiliés continue de s'accroître. Le Centre constitue le plus important centre de recherche sylvicole du Canada central. Le nombre de personnes hautement qualifiées formées par le Centre est fortement en hausse.

Les stagiaires tels les étudiants de premier cycle et des cycles supérieurs ont des antécédents variés et proviennent de différents secteurs. Ils s'engageront par la suite dans différentes voies qui les amèneront dans divers postes au sein des universités ou des secteurs public et privé. On peut donc affirmer que le Centre forme du personnel dans différentes disciplines que l'on n'associe généralement pas au secteur forestier.

Sur le plan de la formation, les données fournies dans les rapports des projets révèlent qu'au cours du dernier exercice (2004-2005), l'infrastructure de recherche a constitué un facteur important qui a permis d'attirer :

- plus de 4 000 boursiers postdoctoraux (BPD);
- quelque 12 450 étudiants des cycles supérieurs.

Les figures ci-dessous indiquent l'établissement d'où originent ces stagiaires.

Figure 3.2.3

Origine des BPD attirés par l'infrastructure de recherche (2004-2005)

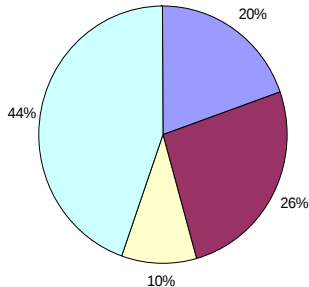
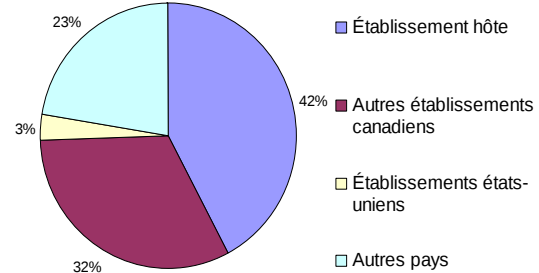


Figure 3.2.4

Origine des étudiants des cycles supérieurs attirés par l'infrastructure de recherche (2004-2005)



Il semble que les projets d'infrastructure attirent des stagiaires et permettent de maintenir certains d'entre eux en poste au Canada. **Depuis 2000 :**

- plus de 34 100 boursiers postdoctoraux et étudiants des cycles supérieurs ont entrepris des travaux de recherche dans un contexte où l'infrastructure constituait une ressource clé.

Les responsables de projet suivent souvent de près le parcours professionnel des étudiants qui ont travaillé dans leurs laboratoires. Des données sont disponibles sur près de 29 400 de ces stagiaires, dont plus de la moitié sont demeurés au sein de l'établissement où se trouve l'infrastructure de recherche pour terminer leur formation. Ce résultat n'est pas surprenant compte tenu que certains projets en sont encore à leurs débuts. Toutefois, la tendance sur cinq ans montre que les étudiants formés à l'aide de l'infrastructure la plus récente sont aussi très mobiles dans la société canadienne et qu'ils se déplacent pour se joindre à différentes organisations, comme le démontrent les statistiques suivantes :

Depuis 2000 :

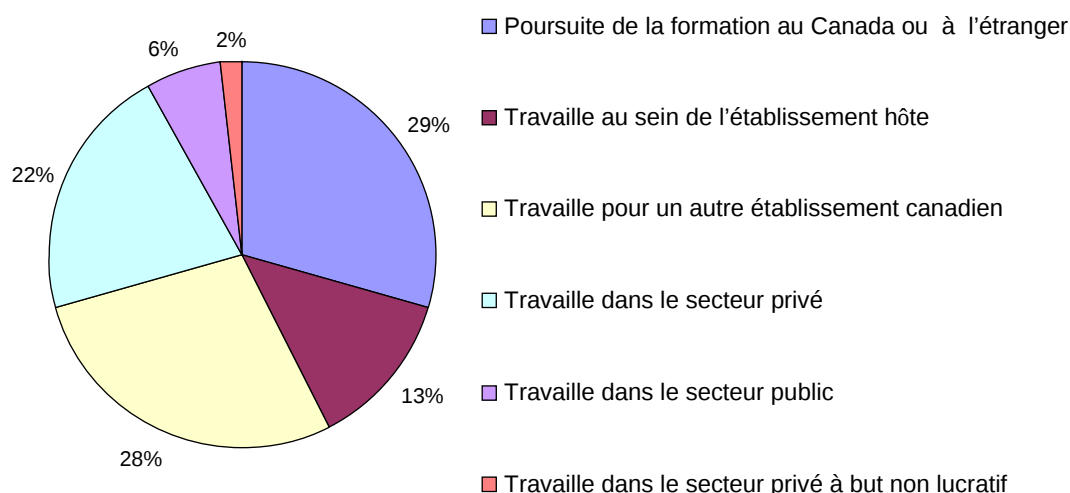
- Plus de 12 600 (43 p. 100⁵) des stagiaires ont terminé leurs travaux dans l'établissement hôte. De ce nombre, environ :
 - 3 700 (29 p. 100) poursuivent leur formation au Canada ou à l'étranger;
 - 8 900 stagiaires sont répartis comme suit :
 - 1 650 (13 p. 100) ont été embauchés par l'établissement hôte;
 - 3 500 (28 p. 100) se sont joints à une autre université, à un collège ou à un hôpital de recherche au Canada à titre d'employé;
 - 2 700 (22 p. 100) ont été accueillis par le secteur privé canadien;
 - 800 (8 p. 100) ont opté pour le secteur public;
 - 200 (2 p. 100) ont opté pour le secteur privé à but non lucratif.

⁵ Il s'agit de 43 p. 100 des 29 400 stagiaires pour lesquels les responsables de projet ont fourni des données.

Les installations de l'Université Queen's dédiées à la recherche sur les isotopes se sont avérées importantes dans le recrutement et le maintien en poste de nouveaux chercheurs à cette université. Linda Campbell, Ph.D., titulaire depuis peu d'une chaire de recherche en biologie, attribue en partie sa décision de venir à l'Université Queen's à l'impression qu'elle a eue de ces installations. De récentes entrevues menées auprès de candidats aux chaires de recherche en sciences de la terre et en génie géologique ont montré que ces chercheurs estiment que l'infrastructure de recherche est un facteur clé du succès de leurs recherches et du développement de nouvelles collaborations.

Figure 3.2.5

Cheminement des diplômés ayant utilisé l'infrastructure pour faire de la recherche (depuis 2000)



Les investissements dans l'infrastructure de recherche ont entraîné la formation de ressources humaines hautement qualifiées dans des domaines de R.-D. qui n'existaient pas auparavant. Les installations, les bases de données et l'équipement complexes que comportent les infrastructures de recherche ultramodernes exigent de nouvelles formes de connaissances et de compétences. Il faut parfois des années au personnel cadre et technique pour acquérir une parfaite maîtrise de ces nouveaux outils scientifiques et pour ensuite transmettre ces compétences à d'autres. Par conséquent, les établissements préfèrent souvent maintenir en poste ces employés dont la formation peut prendre de nombreuses années.

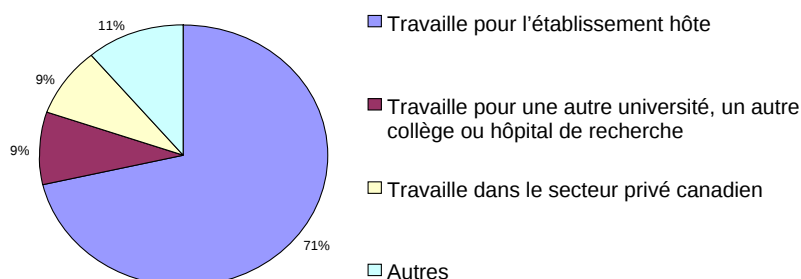
Une équipe de l'**Université Brock** a déclaré qu'il « sera extrêmement difficile d'attirer et de maintenir en poste un technicien qualifié en spectroscopie de masse possédant de surcroît des compétences en protéomique », notamment en raison de la forte concurrence qu'il faudra livrer à d'autres installations et industries majeures telles que les centres de génomique et de protéomique de même que les industries pharmaceutiques et de biotechnologie.

Depuis 2000 :

- plus de 9 600 membres du personnel technique ont été formés à l'utilisation et à l'entretien de l'infrastructure de recherche financée par la FCI. Parmi eux :
 - plus de 71 p. 100 sont demeurés au sein de l'établissement hôte;
 - près de 9 p. 100 se sont joints à un autre établissement;
 - près de 9 p. 100 ont opté pour le secteur privé.

Figure 3.2.6

Cheminement des techniciens formés sur l'infrastructure de pointe (depuis 2000)



Les personnes formées à titre de gestionnaires ou de techniciens de l'infrastructure de pointe sont souvent celles-là même qui seront appelées à moderniser, à réaménager ou à maîtriser les nouvelles installations de demain. Cet effectif hautement qualifié – notamment les employés spécialisés en calcul de haute performance, en spectrométrie de masse, en robotique et en imagerie par résonance magnétique – joue un rôle important dans le maintien de la capacité d'innovation des établissements de recherche canadiens.

3.3 Transformer la nature de la recherche

Une infrastructure de recherche de pointe est indispensable à l'avancement d'une recherche de qualité. Il est impossible pour un chercheur à l'esprit créatif de contribuer aux nouvelles disciplines modernes sans disposer des outils les plus récents.

Cette exigence constitue néanmoins une condition minimale. Un aspect clé de l'activité de R.-D. dans des économies industrialisées avancées est sa transformation en un nouveau mode de production du savoir appelé le

À l'**Université de Waterloo**, un chercheur explique : « L'objectif général de ce projet consiste à combler l'important fossé entre le matériel électromagnétique et les logiciels algorithmiques dans la technologie MIMO. Pour les profanes, cela signifie que les équipements de communication sans fil requièrent des ressources intellectuelles... : algorithmes d'encodage de l'espace-temps, algorithmes de traitement du signal pour les antennes intelligentes et algorithmes d'optimisation pour adapter les antennes et le matériel électronique à des situations de traitement intelligent. (La)...synergie est néanmoins contrée par l'écart traditionnel qui existe entre le développement conceptuel des théories algorithmiques dans les universités et les théories sur le matériel... Le présent projet, qui s'appuie sur une approche interdisciplinaire, est en mesure de réunir trois professeurs adjoints de la ...faculté de génie qui possèdent des compétences de recherche distinctes, mais complémentaires... L'infrastructure acquise avec l'aide de la FCI fournit les outils logiciels de simulation informatisée et les outils matériels électromagnétiques et électroniques indispensables pour générer des données empiriques et pour valider les modèles, algorithmes et architectures théoriques... »

« mode 2⁶ ». Cette R.-D. multidisciplinaire et coopérative est dictée par la complexité des domaines scientifiques contemporains inexplorés qui exigent des approches sous plusieurs angles. De plus, le rythme de la recherche s'accroît grâce aux technologies de l'information et des communications qui bénéficient elles aussi de nombreuses améliorations. En ce qui a trait à la R.-D., de nombreux gouvernements appuient activement le développement de réseaux et l'élaboration d'autres initiatives favorisant une approche multidisciplinaire sous le signe de la collaboration à l'intérieure de leur pays et avec l'étranger. L'Union européenne est un bon exemple de cette réalité. La FCI est d'avis que l'infrastructure de recherche constitue un catalyseur pour cette nouvelle forme d'interaction. Les résultats des programmes gérés par la FCI reflètent bien cette croyance.

Les nouvelles formes de collaboration entourant les infrastructures de recherche peuvent également favoriser l'innovation. L'innovation est un processus social complexe qui consiste en un mouvement de gens et d'idées au-delà des frontières organisationnelles – le transfert des connaissances – et en l'utilisation de ressources, dont l'investissement, en vue de tirer profit de ces idées et de cette nouvelle capacité. En l'absence de relations reposant non seulement sur des contrats, mais aussi sur la confiance, la compréhension, les efforts conjoints et complémentaires et sur des capacités sinon similaires, du moins complémentaires, le milieu des affaires ne sera pas enclin à adopter de nouvelles inventions et approches en R.-D. Les connaissances apportées par les stagiaires ou transmises grâce aux liens entre les établissements de recherche et le secteur public font aussi appel à une démarche de collaboration souvent réciproque.

Les données fournies à la FCI dans les rapports d'avancement de 2005 indiquent que le financement de l'infrastructure de recherche de pointe, en particulier les installations complexes d'envergure qui requièrent des efforts et une contribution de la part de différents groupes de recherche et partenaires financiers, facilite et favorise la recherche multidisciplinaire et la collaboration. Au Canada, sous l'impulsion des investissements dans des installations et de l'équipement nouveaux et perfectionnés, des relations se développent entre les établissements et leurs partenaires de R.-D. un peu partout au pays et dans le monde entier.

Selon un chercheur de l'Université de Calgary qui travaille sur la caractérisation des astéroïdes et des comètes dans l'espace circumterrestre, « le développement de l'infrastructure prend diverses formes : les modifications apportées au télescope permettent la découverte et la détermination d'une orbite pour les astéroïdes et leur caractérisation physique – cet aspect appartient au domaine de l'astronomie planétaire; les données sur les astéroïdes du Programme d'observation et de récupération des météorites permettent la détermination d'une orbite pour les NEO (objets proches de la Terre) et les fragments cométaires qui tombent sur la Terre, et leur caractérisation physique... – cet aspect appartient au domaine de la physique des météores; les installations de récupération des météorites permettent d'étudier les propriétés physiques des météorites – cet aspect appartient au domaine de la météoritique... L'infrastructure de recherche permet donc une concentration sans précédent de ces différents champs d'étude dans un même établissement canadien où les exigences des différentes disciplines convergent toutes vers le même but – une compréhension de la population des objets proches de la Terre. »

⁶ Dans son ouvrage intitulé *The New Production of Knowledge, The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies* (Sage Publications: 1994), Michael Gibbons a été le premier à faire référence à cette forme de production.

Au cours de la dernière année (2004-2005), environ :

- 25 200 chercheurs de l'établissement ont progressé dans leurs recherches grâce à l'utilisation de l'infrastructure;
- 12 700 chercheurs de l'extérieur de l'établissement ont utilisé l'infrastructure.

Au cours de la dernière année, ces personnes qui utilisaient l'infrastructure financée par la FCI dans des établissements dont elles n'étaient pas les employés se répartissaient comme suit :

- 3 000 (23 p. 100) chercheurs établis dans la même municipalité que l'établissement;
- 2 400 (19 p. 100) chercheurs de la même province que l'établissement;
- 2 400 (19 p. 100) chercheurs d'ailleurs au Canada;
- 2 100 (17 p. 100) des États-Unis;
- 2 800 (22 p. 100) d'autres pays⁷.

À l'**Université Memorial**, à Terre-Neuve, le *Centre for Environmental Archaeology and Cultural Systems in Central Labrador* « (...) se consacre à la recherche et à l'interprétation des impacts humains et naturels sur la fluctuation à long terme des ressources marines et terrestres sur la côte centrale du Labrador. Le Centre a été mis sur pied afin de soutenir la recherche multidisciplinaire en archéologie et en géologie. L'infrastructure a été utilisée par de nombreux chercheurs du Département d'anthropologie (...) qui produisent des données archéologiques provenant des populations préeuropéennes et des premières populations humaines à Terre-Neuve-et-Labrador. Une collaboration a aussi eu lieu avec le département de géographie sur (...) les changements géomorphologiques du paysage (...) sur une période de 9 000 ans (...) Des collaborations de recherche ont récemment été établies avec (...) l'Université du Dakota du Nord, (...) l'Université McMaster (...), le Musée national du Danemark et la nation métisse du Labrador, qui utilisent tous l'infrastructure de production et d'analyse des données.

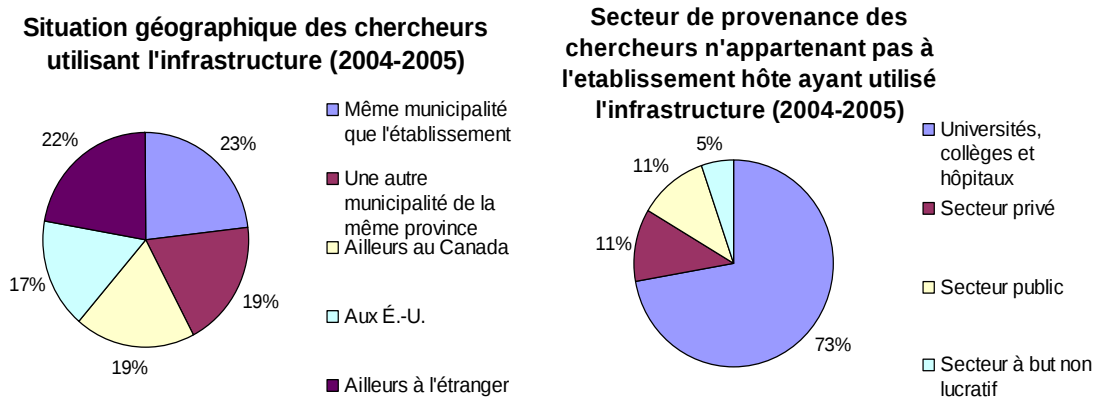
Les utilisateurs de l'infrastructure de l'extérieur de l'établissement hôte et qui participent à des projets équipés d'infrastructures financées par la FCI proviennent de différents secteurs. Au cours de l'année dernière, environ :

- 9 200 (73 p. 100) provenaient d'autres universités, hôpitaux de recherche ou collèges;
- 1 450 (11 p. 100) provenaient du secteur privé;
- 1 400 (11 p. 100) provenaient du secteur public;
- 680 (5 p. 100) provenaient du secteur de la recherche à but non lucratif.

Est-ce que cette utilisation de l'infrastructure par des chercheurs de l'extérieur est le fruit d'une amélioration de la collaboration entre les différentes disciplines et les différents secteurs? Suivant le résultat de l'analyse des réponses au questionnaire, la réponse est affirmative.

⁷ Les tendances en matière d'attraction de chercheurs étrangers sont abordées dans la prochaine partie du présent document.

Figure 3.3.1



En ce qui a trait au degré de multidisciplinarité, les responsables de projet rapportent qu'en ce qui concerne les projets rendus possibles grâce à l'infrastructure, pour la période de 2000 à 2005 :

- dans près de 1 500 cas (60 p. 100 des projets), les subventions destinées à l'infrastructure ont joué un rôle clé dans le rapprochement de différentes disciplines. Cette répartition diffère toutefois légèrement suivant le type de fonds :
 - dans près de 300 projets (75 p. 100) soumis au titre du FI, l'infrastructure a joué un rôle important dans le rapprochement de différentes disciplines;
 - dans plus de 1 780 projets (près de 55 p. 100) soumis au titre du FR et du FICRC, l'infrastructure a joué un rôle important dans le rapprochement de différentes disciplines;
 - 450 projets (près de 30 p. 100 de tous les projets recensés), financés au titre du FR ou du FICRC étaient d'entrée de jeu considérés comme des projets qui ne se prêteraient pas à une approche multidisciplinaire.

En ce qui a trait au degré de collaboration entre différents secteurs, les responsables de projet rapportent qu'en ce qui concerne les projets rendus possibles grâce à l'infrastructure, pour la période de 2000 à 2005 :

- dans plus de 2 000 projets (80 p. 100), les subventions destinées à l'infrastructure ont fait croître les occasions de mettre en place des recherches misant sur la collaboration entre les différents secteurs d'un même établissement. Cette réalité diffère toutefois suivant le type de fonds :

*L'infrastructure de recherche a permis la mise sur pied du Centre d'Étude des Matériaux Optiques et Photoniques de **L'Université de Sherbrooke** (CÉMOPUS). Ce centre de recherche rassemble des chimistes et des physiciens dont les activités sont axées sur la modélisation, la conception et la caractérisation des propriétés optiques non-linéaires des polymères et des cristaux liquides. Grâce aux infrastructures financées par la FCI, CÉMOPUS connaît un développement rapide et constitue un des centres névralgiques du Centre québécois des matériaux fonctionnels (CQMF).*

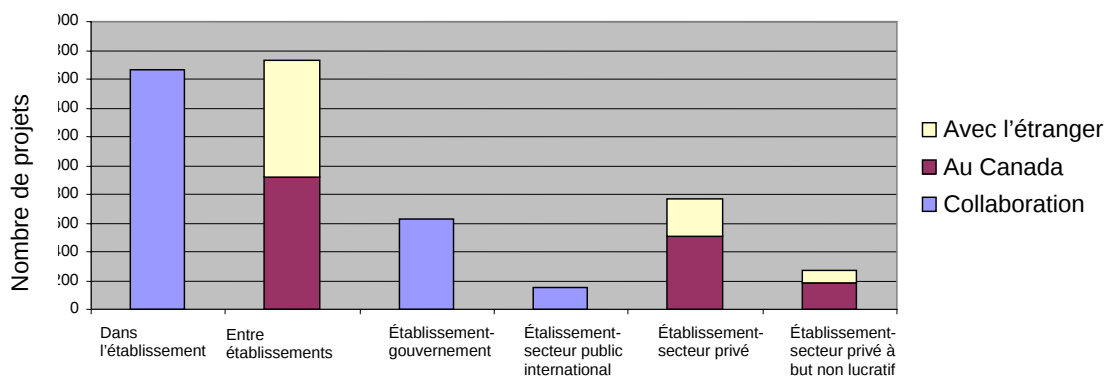
- un peu moins de 80 p. 100 des projets soumis au titre du FR ou du FICRC – soit les projets les plus marquants du point de vue financier – ont entraîné une collaboration entre différents secteurs;
- près de 90 p. 100 des projets soumis au titre du FI ont entraîné une collaboration entre différents secteurs.

Les collaborations prennent diverses formes; ainsi, un même projet peut en englober plusieurs, notamment dans le cas des importantes contributions du FI. Ces types et exemples de collaboration se présentent comme suit :

- près de 1 700 collaborations intra-institutionnelles;
- plus de 1 700 collaborations entre établissements;
- près de 800 collaborations avec l'entreprise privée;
- plus de 600 collaborations avec des ministères;
- plus de 250 collaborations avec des organismes privés à but non lucratif.

Figure 3.3.2

Collaborations favorisées par l'infrastructure (depuis 2000)



3.4 Améliorer la capacité d'innovation du Canada dans un monde concurrentiel

La création de la FCI et les augmentations générales du financement des activités de R.-D. dans le secteur public au cours des dernières années ont permis d'accroître considérablement la visibilité des chercheurs canadiens et de leurs établissements hôtes. Bon nombre de ces établissements ont acquis une notoriété internationale; cette transformation est vitale dans les efforts que déploie le Canada pour se tailler une place en R.-D. dans l'économie mondiale. À l'échelle des établissements, ce rayonnement mondial nécessite une approche à la fois plus concurrentielle et fondée sur la collaboration. L'infrastructure de recherche contribue à ces deux objectifs : un équipement et des installations de calibre mondial favorisent les partenariats avec des homologues internationaux, attirent les étudiants et aident à multiplier les appuis financiers nationaux et

Un groupe de chercheurs de l'Université de la Saskatchewan a affirmé « Nous sommes actuellement le seul groupe au monde à faire de la modélisation tridimensionnelle d'enregistrements téléseismiques ».

internationaux au-delà des sources traditionnelles de financement du secteur public. Ces contributions ont pour résultat net une amélioration de la qualité et de la productivité de la recherche qui permet de faire concurrence aux meilleurs.

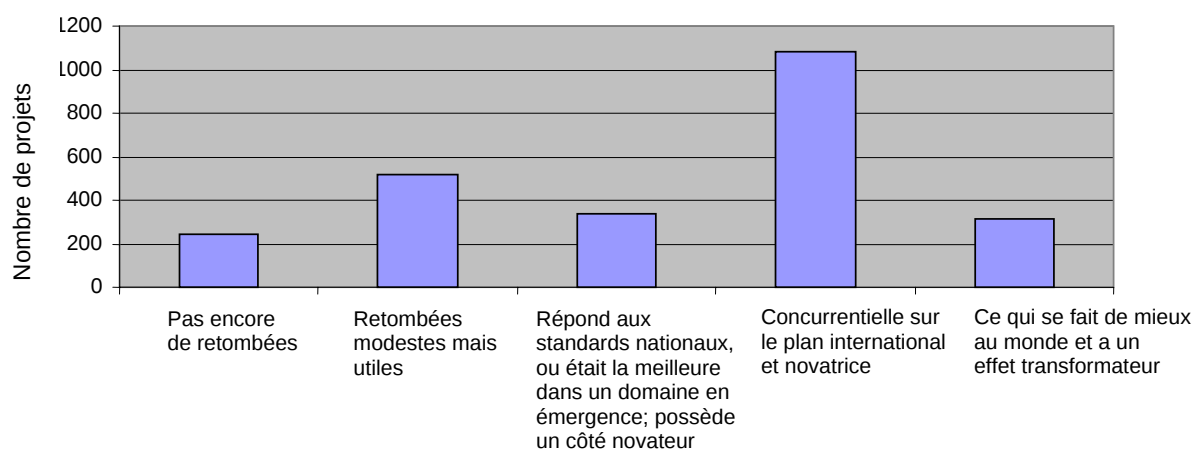
La plupart des projets financés par la FCI ont des répercussions sur les relations du Canada avec le milieu mondial de la R.-D. et sur sa compétitivité sur la scène internationale. On trouvera ci-après un aperçu de tous les projets.

En ce qui a trait à la qualité de la recherche et à la productivité, les responsables de projet ont indiqué que, pour les projets ayant débuté entre 2000 et 2005 :

- approximativement 1 100 projets (44 p. 100) de recherche se sont avérés novateurs et concurrentiels suivant les normes internationales;
- approximativement 300 projets (12 p. 100) de recherche ont un pouvoir de transformation et sont à la fine pointe.

Figure 3.4.1

Recherche accomplie grâce à l'infrastructure depuis le début du projet



Les répondants aux questionnaires devaient fournir leurs propres mesures de productivité en matière de recherche. Ils ont cité des indicateurs traditionnels tels que les publications, les citations, les invitations à présenter des communications dans des congrès, les activités de recherche favorisées par l'infrastructure, les brevets, les entreprises dérivées et les prix obtenus. Parmi les autres critères utilisés, notons le degré de récupération des coûts, la

À l'Université de Toronto, un groupe de chercheurs a déclaré que l'infrastructure lui avait permis de consacrer ses efforts de recherche dans des domaines où il avait une expertise qui se distingue de ce qui se fait en matière de recherche sur la scène internationale : « Tout notre travail comprend désormais l'utilisation de points quantiques, de particules semiconductrices nanométriques sensibles aux longueurs d'onde infrarouges pour des applications (...) dans le secteur énergétique, pour en venir à l'utilisation à bon marché de l'énergie solaire; en médecine, pour faire progresser la technologie en vue d'une détection précoce du cancer à l'aide de faisceaux infrarouges; dans le domaine des communications et des réseaux, pour développer une technologie qui intégrera les composantes électroniques, optiques et sans fil dans les communications. Nous nous imposons les normes les plus élevées quant à l'originalité et à la portée de notre recherche et à la méthodologie adoptée. Nos travaux sont publiés dans les revues scientifiques les plus influentes dans notre domaine. »

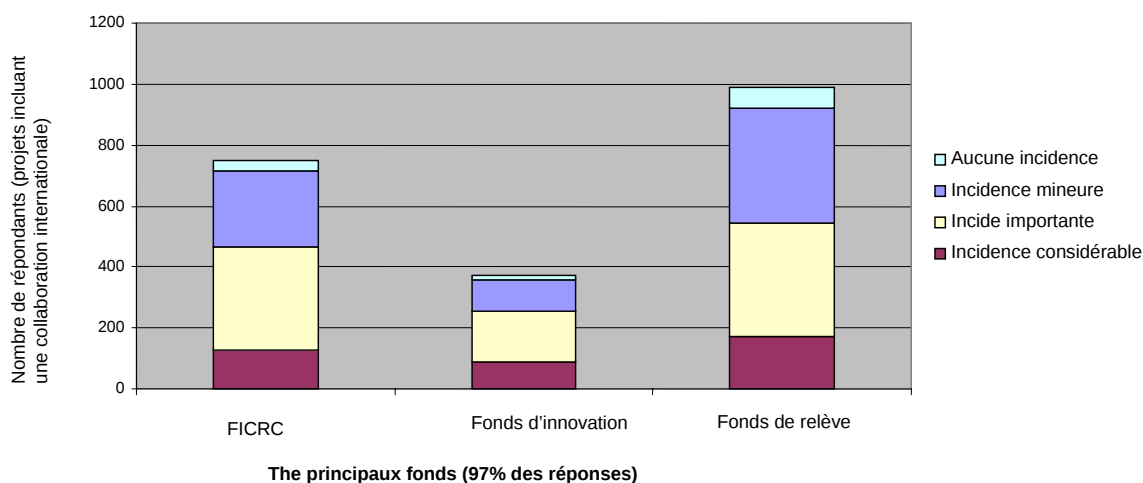
vulgarisation de nouvelles techniques sur la scène internationale, la couverture médiatique et la revendication du titre d'établissement « unique au monde ».

En ce qui concerne l'incidence de l'infrastructure financée par la FCI sur le nouement de collaborations internationales depuis le début de leur projet, environ :

- 80 p. 100 des répondants considéraient que l'infrastructure avait une certaine incidence sur le nouement de collaborations internationales. De ce nombre :
- 20 p. 100 ont indiqué que la collaboration n'aurait pas pu être nouée en l'absence de l'infrastructure⁸.

Figure 3.4.2

Incidence de l'infrastructure sur la collaboration internationale (depuis 2000)



L'utilisation par des chercheurs étrangers des installations canadiennes financées par la FCI est en nette progression. Des chercheurs viennent au Canada pour travailler en partenariat et tirer profit de notre infrastructure. Les responsables de projet ont rapporté qu'au cours de la dernière année, l'infrastructure canadienne financée par la FCI a été utilisée par :

- près de 2 100 chercheurs provenant des États-Unis, contre 1 546 chercheurs en 2004 et 943 en 2003;
- 2 800 chercheurs d'autres pays, contre 2 150 chercheurs en 2004 et 942 en 2003.

⁸La collaboration internationale est définie en fonction des critères suivants : recherche axée sur la collaboration, mobilité des étudiants et du personnel technique et participation à des réseaux internationaux.

Les gouvernements, notamment ceux de pays plus petits, font face à un défi de taille : ils doivent faire croître les investissements du secteur privé de manière à stimuler les activités générales de R.-D. à l'échelle nationale. Ces investissements devraient avoir un effet multiplicateur, par exemple en favorisant la création d'emplois. Pour y arriver, les pays de l'OCDE réévaluent et modernisent continuellement leurs politiques, programmes et stratégies. Au Canada, les approches adoptées par la FCI semblent contribuer à cet effet de levier, notamment en encourageant un afflux d'investissements de capitaux étrangers en R.-D..

Les chercheurs du Laboratoire de zooplanctonologie pour l'étude des impacts du réchauffement de la planète sur les écosystèmes marins arctiques, à **Université Laval**, expliquent : « L'infrastructure permet à notre laboratoire de mieux remplir son mandat dans les programmes internationaux CASES (Canadian Arctic Shelf Exchange Study) et ArcticNet. Dans le cadre de ces deux programmes, notre équipe collabore au déploiement à long terme d'observatoires océaniques dans la Mer de Beaufort, la Mer de Laptev (Sibérie), la Baie de Baffin et la Baie d'Hudson. Nous sommes chargés de l'étude du zooplancton et de la fraction fécale du flux vertical de carbone particulaire, en collaboration étroite avec des équipes japonaises et norvégiennes. Les équipements analytiques (CHN, balance, loupes stéréoscopiques, analyseur d'image) associés à l'infrastructure contribuent directement à nos travaux menés en collaboration avec les chercheurs des universités du Japon et de la Norvège.

Les indications fournies par les responsables de projet de la FCI montrent qu'au cours de la dernière année :

- 1 058 projets ont reçu du financement de l'industrie canadienne, et de ce nombre :
 - 569 (81 p. 100) ont déclaré que l'infrastructure de recherche avait eu une incidence sur leur capacité à obtenir ces fonds;
- 964 responsables de projet ont profité de capitaux étrangers, et de ce nombre :
 - 525 (54 p. 100) ont déclaré que l'infrastructure de recherche avait eu une incidence sur leur capacité à obtenir ces fonds;

Le rôle majeur joué par l'infrastructure financée par la FCI pour l'obtention de capitaux étrangers apparaît clairement dans les propos d'un responsable de projet de l'**Université de l'Alberta** : « Nous bénéficions d'une subvention d'envergure de la National Science Foundation des États-Unis (plus de 4 millions de dollars) qui a bénéficié d'un effet multiplicateur parce que nous avons mis notre système d'analyse radiotéléométrique à la disposition du projet. Nous n'aurions pas pu recueillir ces fonds sans le savoir-faire et l'infrastructure découlant du financement de la FCI. »

3.5 Générer des retombées socio-économiques

Comme l'illustre clairement les données présentées jusqu'ici dans le présent rapport, les investissements de la FCI dans l'infrastructure ont une incidence importante sur la nature de la R.-D. canadienne, sur les établissements qu'elle finance, ainsi que sur la formation de ressources humaines scientifiques et techniques hautement qualifiées. Mais comment ces transformations des activités de R.-D. se traduisent-elles en retombées socio-économiques

pour le Canada? Voilà une question complexe que doivent se poser de nombreux organismes de financement public au Canada et à travers le monde. La FCI travaille à l'élaboration d'initiatives d'évaluation qui contribueront à cet effort collectif. Par exemple, au cours de la prochaine année, la FCI instaurera des « visites d'évaluation des résultats » : des experts conduiront ainsi une série d'examen pour évaluer les processus transformateurs en place dans les universités, les hôpitaux de recherche et les établissements de recherche à but non lucratif, dans certains domaines bien précis. Les visites d'évaluation des résultats serviront notamment à recenser et documenter les retombées socio-économiques des investissements dans l'infrastructure de recherche de pointe.

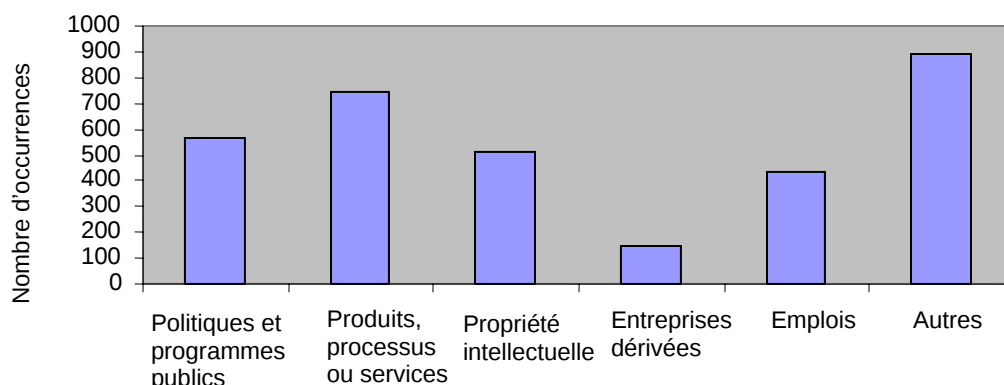
Pour les fins de la présente analyse, on présente les résultats globaux qui résument les expériences des chercheurs et les retombées socio-économiques qui en découlent. Il s'agit d'une mesure imprécise utilisée uniquement pour illustrer des tendances. On fournit par ailleurs un modeste échantillon d'études de cas écourtées pour donner un aperçu de certains projets. Au cours de la prochaine année, la base de données des rapports d'avancement constituera un fondement beaucoup plus solide pour mener des études plus approfondies.

Les statistiques présentées ci-dessous sont le reflet des résultats globaux. Parmi les 2 805 rapports d'avancement soumis, quelque 2 100 (75 p. 100) affirment que les travaux de recherche ayant fait appel à l'infrastructure ont permis de générer des retombées socio-économiques. On a demandé aux répondants de fournir des données à l'égard de plusieurs facteurs. (Il est à noter que plusieurs répondants ont affirmé que leurs projets ont généré des retombées dans plus d'un domaine, et que les chiffres présentés représentent les occurrences notées.) Selon les responsables de projet, il y a eu **depuis 2000** :

- 564 cas ayant mené à l'amélioration ou la création de politiques et programmes publics;
- 748 cas ayant mené à l'amélioration ou la création de produits, de procédés ou de services;
- 510 cas où des droits de propriété intellectuelle ont été créés;
- 437 cas où des emplois ont été créés dans les secteurs public ou privé;
- 150 cas ayant mené à la création d'entreprises dérivées;
- 892 cas ou d'autres types de retombées ont été observés.

Figure 3.5.1

Retombées pour le Canada (depuis 2000)



Mini études de cas faisant ressortir certaines retombées socio-économiques

La télématique est utilisée dans les domaines de l'exploration spatiale, de la gestion des catastrophes et des infrastructures essentielles. Des chercheurs de l'**Université Simon Fraser** ont profité en 2000 d'un investissement de la FCI au titre du FI pour le lancement du *Telematics Research Laboratory* (TRL) (Laboratoire de recherche en télématique). Cette infrastructure a contribué de manière essentielle à ce que les chercheurs puissent se mériter une place de prestige sur la scène mondiale en matière de télématique. Par exemple, dans le domaine de l'exploration spatiale, l'équipe a noué des partenariats avec l'agence spatiale canadienne, la NASA et l'Agence spatiale européenne.

La gestion des catastrophes et les infrastructures essentielles sont des préoccupations majeures partout sur la planète et elles prennent encore plus d'importance en raison des changements climatiques. En collaborant avec divers partenaires industriels et gouvernementaux, le laboratoire de l'Université Simon Fraser a contribué à renforcer la sécurité publique et la protection des infrastructures essentielles par le biais d'une série d'initiatives pratiques s'appuyant sur des règles bien précises. Cette collaboration a contribué à faire du TRL un pionnier de l'application de la technologie Internet pour améliorer la circulation et la communication de renseignements essentiels entre les sphères de compétence, avant, pendant et après une situation d'urgence. Voici certains exemples :

- lors des inondations printanières de 2001 en Colombie-Britannique, la photographie numérique et les communications sans fil ont été utilisées pour produire et transmettre aux centres des opérations du gouvernement provincial de la Colombie-Britannique et des collectivités locales des images de l'impact des inondations presque en temps réel;
- le TRL a contribué à la définition et à la conception technique de certains éléments clés du système de gestion des urgences en temps réel par satellite pour améliorer ses opérations liées aux communications tactiques et à l'appui des sites affectés par les feux de forêt et les inondations de 2002;

- lors des feux de forêt désastreux de 2003 dans la région centrale de la Colombie-Britannique, le TRL a mis au point une méthodologie permettant de repérer les infrastructures de communication essentielles à risque, d'élaborer des plans de protection des sites, d'évaluer les impacts qui découleraient de leur perte, et de mettre au point des mécanismes de communication auxiliaires. On a effectué une percée remarquable en élaborant un système de mappage électronique permettant de simplifier cette tâche et d'appliquer cette méthodologie à d'autres infrastructures essentielles telles que les matières dangereuses, les oléoducs et les gazoducs, les ponts, les centres de réception, etc.;
- *Assessment of the B.C. Tsunami Warning System and Related Risk Reduction Practices* (évaluation du Centre de détection des tsunamis de la Colombie-Britannique et des pratiques associées à l'atténuation des risques). Cette étude a servi de plan directeur visant à améliorer le système de détection des tsunamis le long des côtes de la Colombie-Britannique et de document de référence pour une étude conceptuelle portant sur un nouveau système national de prévision évoluée pour le Sri Lanka;
- élaboration en 2004 d'un prototype de système mobile perfectionné de communications d'urgence, en l'occurrence, un véhicule spécialisé capable de fournir un système de communication de pointe aux régions de la Colombie-Britannique accessibles par voie terrestre. Ce véhicule est muni de toutes une gamme de technologies, dont un système de communication radio terrestre et par satellite, des systèmes de téléphonie et d'enregistrement magnétoscopique, Internet et d'autres éléments permettant à ce véhicule de devenir un outil de transmission de renseignements recueillis sur le terrain ou d'assurer un accès aux communications essentielles de tout endroit où il peut se rendre, tant en milieu rural qu'urbain. Ce prototype est l'un des plus perfectionnés au Canada et il a été conçu pour répondre aux besoins des milieux de la recherche et de la gestion des urgences en Colombie-Britannique.

Ces exemples des progrès réalisés par le TRL et des partenariats qu'il a noués ne représentent qu'un échantillon des initiatives qu'il a entreprises et qui étaient tributaires des investissements que la FCI a faits dans son infrastructure de recherche.

• • •

À l'**Université Dalhousie**, une contribution accordée en 2004 au titre du FICRC permet d'appliquer des approches de pharmacologie quantique à la conception et à la synthèse de produits potentiellement utiles au traitement de maladies et d'autres problèmes de santé.

À ce jour, l'infrastructure de recherche a contribué à isoler une nouvelle classe de produits pour le traitement de la maladie d'Alzheimer. Ceux-ci sont protégés par trois demandes de brevet. L'équipe de recherche collabore avec l'entreprise Q-RNA Inc. de New York afin de permettre le développement continu de cette découverte; cette entreprise finance quatre nouveaux postes au sein du laboratoire de l'Université Dalhousie, ce qui permet de poursuivre les activités liées au processus de découverte d'un médicament. Grâce à

Neurochem Inc., une société de biotechnologie de Montréal, on a aussi conçu une nouvelle classe de produits pour le traitement de l'épilepsie. Ceux-ci sont protégés par de nombreuses demandes de brevet. Enfin, comme sous-produit du processus de découverte de médicaments pour le traitement de la maladie d'Alzheimer et de l'épilepsie, on a identifié une nouvelle classe de produits qui pourraient posséder des qualités antibiotiques. On entrevoit la mise sur pied d'une entreprise dérivée qui contribuerait au développement de ces produits.

On assiste à une expansion des activités de recherche et de développement menées en collaboration, celles-ci sont exacerbées par l'infrastructure. Un partenariat en R.-D. a été formé avec l'Institut du biodiagnostic (IBD) du Conseil national de recherche du Canada situé à Montréal dans le but de constituer une grappe de recherche dans les domaines de la maladie d'Alzheimer et de l'épilepsie, cette grappe portant la désignation *Brain and Mind Health Initiative (BMHI)* (Initiative de santé du cerveau et des facultés mentales). Une des principales activités de ce partenariat sera la commercialisation de résultats de recherches et de technologies axés sur le traitement des maladies neurologiques chroniques.

• • •

L'industrie de l'aluminium contribue de manière importante à l'économie canadienne et sa capacité concurrentielle est tributaire d'activités de R.-D. soutenues pour améliorer la qualité du produit, tout en respectant la réglementation, notamment en matière environnementale. Une contribution a été accordée en 2000 au titre du FR et a permis la mise sur pied d'une infrastructure que l'on considère comme le point de départ du laboratoire de caractérisation de l'**Université du Québec à Chicoutimi** (UQAC) qui collabore avec le milieu de l'industrie et d'autres partenaires.

L'Alcan, le Centre des technologies de l'aluminium du Conseil national de recherche du Canada, la STAS (Société des Technologies de l'Aluminium du Saguenay Inc) et le CQRDA (Centre québécois de recherche et de développement de l'aluminium) peuvent se prévaloir de l'infrastructure de recherche du laboratoire. Le groupe de recherche sur l'aluminium de l'UQAC, le Centre universitaire de recherche sur l'aluminium (CURAL), vient de recevoir une somme de 3,6 millions de dollars du ministère de la Recherche, de la Science et de la Technologie du Québec pour l'achat d'équipement qui servira en partie à moderniser le microscope optique acquis antérieurement grâce à une contribution de la FCI.

Le laboratoire de caractérisation est membre du REGAL (Regroupement stratégique en recherche sur l'aluminium) qui regroupe les chercheurs du domaine de l'aluminium au Québec. Les universités McGill, Laval, l'Université de Sherbrooke en sont membres, de même que l'École polytechnique, le CÉGEP de Trois-Rivières et l'UQAC. Tous les membres du REGAL peuvent profiter des installations du laboratoire de caractérisation de l'UQAC.

Les recherches qui y sont menées sont de nature appliquée et contribuent à des modifications du design et à l'optimisation des procédés industriels. Cela entraîne à une baisse des coûts pour des partenaires comme Alcan. Les projets sont de nature multidisciplinaire et englobent la filtration de l'aluminium, le mouillage, les réactions

cinétiques, l'imagerie des microstructures, le moulage de substances mi-solides et les matériaux composites à matrice métallique en aluminium.

Le laboratoire de caractérisation mène aussi des recherches appliquées sur le bois, notamment sur les changements de structure occasionnés par un traitement thermique ainsi que sur la résistance du bois aux champignons et autres parasites. Le transfert de technologie vers l'industrie est en voie de réalisation; par exemple, la PCI (sic) a modifié le design de sa fournaise en fonction des recommandations formulées par le laboratoire. Par ailleurs, des chercheurs collaborent étroitement avec Hydro-Québec et d'autres partenaires industriels pour étudier l'effet du traitement thermique des poteaux d'électricité. On considère que cette nouvelle technologie pourrait constituer une alternative au traitement chimique des poteaux, plus dommageable pour l'environnement.

• • •

La salubrité des aliments est une préoccupation importante pour la population canadienne et elle a des répercussions considérables sur le commerce et l'économie. En 2000, des chercheurs de l'**Université de Guelph** se sont vu attribuer une infrastructure de recherche au titre du FI de la FCI pour la mise sur pied du *Canadian Research Institute for Food Safety*; puis, en 2003, ils ont reçu une deuxième contribution au titre de ce même fonds pour permettre de mieux équiper ces installations. L'institut compte sur les services d'un directeur général qui a pour rôle d'accroître la visibilité de l'Institut et de trouver le financement requis pour couvrir les dépenses administratives. D'autre part, l'Université a fourni les fonds nécessaires à l'embauche de techniciens qui assurent le fonctionnement et le maintien de l'infrastructure de recherche.

Des liens ont été noués entre les chercheurs des domaines de la science alimentaire, de l'épidémiologie et du génie en vue de la mise sur pied de projets ayant pour objet de repérer et de contrôler les sources de contamination alimentaire depuis la ferme jusqu'à la table du consommateur. Le *Canadian Research Institute for Food Safety* et le *US National Center for Food Defence and Protection* (un institut du *Department of Homeland Security*) participent à des initiatives visant à améliorer la formation du personnel. Les travaux de l'Institut sur la résistance aux antimicrobiens ont attiré l'attention de la communauté internationale et on a conclu des ententes de collaboration avec l'Union européenne (UE). La contribution reçue en vertu du Fonds d'innovation a permis d'acquérir une expertise aux chapitres de l'instrumentation et des techniques et a ouvert à l'Institut les portes de groupes scientifiques consultatifs de certains projets de l'UE. Des chercheurs de la Chine, de l'Inde et du Brésil, de même que des étudiants originaires de la France et de la Thaïlande, en sont venus à utiliser les installations de l'Institut dans le cadre de leurs projets, et l'Institut participe au *North American Food Safety Training Consortium* (consortium de formation nord-américain sur la salubrité alimentaire), auquel participent aussi des universités canadiennes, américaines et mexicaines.

Le *Canadian Research Institute for Food Safety* peut compter sur une infrastructure de pointe pour ses recherches et il est en position de faire bénéficier divers ordres de gouvernement de ses recherches et de son expertise en vue d'assurer la salubrité des aliments. Il a obtenu du financement du *Programme pour l'avancement du secteur canadien de l'agriculture et de l'agroalimentaire* (PASCAA) pour lui permettre de formuler des recommandations relatives à une stratégie

nationale de salubrité alimentaire. Cela a donné lieu à un processus de consultation auprès des organismes fédéraux responsables de la salubrité alimentaire et auprès des gouvernements provinciaux, des milieux de l'industrie, des universités, de même que des associations représentant les producteurs et les transformateurs d'aliments, ainsi que les consommateurs. On pourra prendre connaissance des recommandations qui découlent de la consultation en se rendant sur le site Web de l'Institut :

www.uoguelph.ca/crifs/NFSS/RecommendationsF.pdf. Des chercheurs de l'Institut ont contribué à la rédaction de recommandations visant à améliorer le système d'inspection des viandes en Ontario en qualité de membres du comité scientifique consultatif d'experts constitué par M. le juge Roland Haines.

• • •

En 2000, l'**Université de Brandon** (Manitoba) a reçu une contribution au titre du *Fonds de développement de la recherche* (Universités); celle-ci a été utilisée pour évaluer le potentiel de nouvelles ressources minérales sur de vastes étendues du Manitoba et certaines régions importantes de l'Utah, des Territoires du Nord-Ouest, de l'Ontario et du Pérou. Connu sous la désignation *Laboratory for Applied Research in Resource Geology* (LARG), une installation pétrographique de pointe a aidé des chercheurs à entreprendre des études de délimitation métallogénique au Manitoba; celles-ci ont permis de détecter la présence de gisements minéraux de types jamais décelés auparavant dans la province. Grâce à cette infrastructure, on a mis au point des méthodologies qui permettront d'explorer ces ressources et de les exploiter plus à fond.

Trois nouvelles sociétés ont été créées par des entrepreneurs canadiens qui ont pu profiter du travail de fondation ou d'exploration effectué par le LARG dans des domaines tels que les analyses géologiques sur le site de puits de forage et les services de prospection minérale. Plusieurs autres sociétés ont su profiter très avantageusement de la recherche effectuée par le LARG. L'équipe de recherche, tout en comptant toujours sur cette même infrastructure, travaille sur plusieurs projets de recherche et collabore avec divers organismes, dont Levées géologiques Manitoba, la Commission géologique du Canada et Ressources naturelles Canada.

• • •

Bien qu'il ne soit pas nouveau d'aspirer à améliorer les conditions de vie de la société humaine contemporaine, la capacité d'y parvenir a toujours été entravée par les limites de la cueillette et de l'analyse méthodiques de données empiriques. En 2000, un réseau de chercheurs, dont l'**Université de Montréal** constitue le port d'attache, a obtenu une contribution d'infrastructure de recherche au titre du *Fonds d'innovation* de la FCI qui lui a permis de lancer un réseau national de Centres d'accès aux données de recherche – Research Data Centres. Statistique Canada, le Conseil de recherches en sciences humaines et les établissements eux-mêmes ont contribué les fonds d'exploitation requis. Ces Centres contribuent au développement d'une capacité d'analyse longitudinale de données au Canada et préparent la voie à une analyse factuelle de plus en plus raffinée qui soutiendra les services sociaux de demain.

Treize centres et deux centres auxiliaires ont été mis sur pied dans divers établissements aux pays, on les connaît collectivement comme le réseau des Centres d'accès aux données de recherche. On estime que 1 248 chercheurs ont utilisé les ressources du réseau au cours de la dernière année, soit 300 de plus qu'au cours de l'année précédente. Ceux-ci étaient appuyés par des analystes qualifiés qui continuent de peaufiner leurs habiletés au moyens de conférences téléphoniques régulières et d'ateliers leur permettant de demeurer au fait des progrès réalisés aux plans méthodologique et statistique. Beaucoup de diplômés sont embauchés dans la fonction publique fédérale ou provinciale ou dans des organismes sociaux; ceux-ci sont très réceptifs aux données émanant du réseau; ils sont en mesure de les comprendre et de les utiliser.

On constate une amélioration importante de la qualité de la documentation scientifique. Les centres disposent d'une grande quantité de logiciels, depuis les plus élémentaires jusqu'au plus raffinés, incluant des fichiers d'amorce, des notes et des questions afférentes à la recherche, ou des bizarreries, ou encore des problèmes relevés par Statistique Canada en regard des ensembles de données

Le réseau a grandement contribué à l'avancement de l'expertise collective du milieu de la recherche en sciences sociales au Canada. On effectue de la recherche en fonction de quatre thèmes :

- le développement de l'enfant, les jeunes en transition, le cours de la vie et le vieillissement;
- l'éducation, le marché du travail, les salaires, la pauvreté et l'immigration;
- la santé de la population, le recours aux soins de santé et les services offerts;
- la modélisation statistique.

Le réseau a été à l'origine d'une série de conférences nationales visant à présenter les données analysées dans les Centres d'accès :

- l'économie – Université McMaster, 2003;
- la santé – Calgary, 2004;
- la famille sous pression – Montréal, printemps 2005;
- l'évolution de la nature du travail dans le contexte de la nouvelle économie – Université de la Colombie-Britannique, automne 2005.

À titre d'exemple, 46 chercheurs en provenance de 7 Centres d'accès ont collaboré à la rédaction de 22 exposés présentés à la conférence tenue à l'Université de Calgary. Des économistes collaborent avec des sociologues, des démographes, des épidémiologistes, des experts en santé communautaire, etc.

Là où la recherche semble la plus efficace, c'est au moment de repérer les nouvelles tendances dans la société, de trouver un sens aux processus complexes au plan comportemental, notamment aux facteurs et conditions qui influent sur la personne, la famille, la collectivité et la société, de même que pour assurer le suivi et l'évaluation de l'évolution de ces processus sociaux. Cette recherche prend de la valeur pour d'autres et une interaction efficace commence à exister entre le réseau et :

- *d'autres fournisseurs de données* – Justice Canada, l'Institut canadien d'information sur la santé;
- *des prestataires de services* – l'Initiative de démocratisation des données, l'Association des bibliothèques de recherche du Canada;
- *d'autres réseaux de recherche* – le projet Métropolis, le Conseil canadien de développement social, le Réseau de centres d'excellence, le *New Investigators Network*;
- *des agents chargés de l'élaboration des politiques* – Santé Canada, Ressources humaines et Développement des compétences Canada, Développement social Canada, Industrie Canada, les gouvernements provinciaux et locaux, le Conseil des ministres de l'Éducation.

La prochaine étape consistera à assurer la pertinence de la recherche et à renforcer les liens entre les chercheurs et les experts principaux du domaine des politiques en vue de parvenir à une formulation conjointe des sujets de recherche. Une récente rencontre de directeurs de Centres d'accès avec un sous-ministre provincial de l'Éducation constitue un bel exemple de cette démarche. En bref, le but premier du réseau est d'assurer le transfert des connaissances.

• • •

En 2001, une initiative relative à des modèles mammaliens de maladie humaine a été lancée à l'échelle de l'**Université de Toronto** grâce à un financement au titre du FI de la FCI. Deux programmes de recherches remarquables et intégratifs ont été instaurés : le *Centre for Modeling Human Disease (CMHD)* à l'**Hôpital Mount Sinai** et le *Heart and Stroke Richard Lewar Centre of Excellence (HSRLCE)* à l'**Université de Toronto**. En plus de ces programmes, on a renforcé les liens locaux avec l'**Hôpital pour enfants (Sickkids)** où l'on a utilisé les fonds d'infrastructure de la FCI pour améliorer l'étude des maladies infantiles à partir de souris cobayes auxquelles ces maladies ont été transmises.

Les chercheurs que l'on a regroupés pour cette initiative, tant localement qu'à l'échelle du pays, proviennent de diverses disciplines; par exemple, des spécialistes la génétique humaine et des souris, des biologistes de l'évolution, des vétérinaires, des cliniciens pour adultes et pour enfants, et des biologistes spécialisés dans le domaine des cellules souches. On leur a confié la tâche d'approfondir une question fondamentale, mais complexe : les liens existant entre les gènes, le développement humain et la maladie. Au HSRLCE on met l'accent sur la génétique sous-jacente aux maladies cardiovasculaires, alors qu'au CMHD et à *Sickkids* on s'intéresse à toute une gamme de problèmes de santé tels le diabète, les problèmes rénaux, le comportement, les anomalies congénitales, la fibrose kystique, le développement des embryons, les prédispositions aux tumeurs, etc.

Cette initiative a permis de constituer un excellent milieu de formation pour les étudiants de premier cycle et des études supérieures, les détenteurs d'une bourse de perfectionnement post-doctoral, et des cliniciens-chercheurs s'intéressant à la génétique des souris, à la pathologie comparée, à la physiologie et aux maladies infantiles, et à la bioinformatique, dont l'une des caractéristiques principales est de permettre une exploration de la génomique fonctionnelle dans le contexte de la biologie de l'organisme dans son ensemble. La formation est liée aux Centres de recherche et de formation de chacun des organismes. Ces centres voient à ce que les stagiaires reçoivent une formation en recherche de qualité supérieure, en

assurant la coordination des possibilités qui s'offrent, en effectuant du lobbying pour obtenir du financement et en améliorant la qualité du mentorat. Par exemple, le Centre de recherche et de formation de l'Institut de recherche de l'Hôpital pour enfants (*Hospital for Sick Children*) est devenu l'une des plus importantes installations du genre au Canada en neuf mois d'existence seulement. Quelque 700 stagiaires de divers domaines y poursuivent leur formation. De plus, des scientifiques contribuent à former du personnel en vue d'un emploi dans les secteurs de la biotechnologie et des sciences pharmaceutiques, en plus du secteur de l'enseignement universitaire.

Depuis sa création, cette infrastructure a été utilisée par nombre de chercheurs de l'Université de Toronto et d'hôpitaux affiliés de partout au Canada et dans le monde.

De nouvelles collaborations et initiatives ont pris forme et une synergie s'est établie avec d'autres projets financés par la FCI, dont le *Mouse Imaging Centre* du *Sickkids* et le *Toronto Centre for Phenogenomics*, un édifice centralisé présentement en construction où sont gardées les souris. De plus, ces installations sont mises à la disposition d'utilisateurs externes provenant d'établissements régionaux telles les universités Queen's, McMaster et Western Ontario qui ont pu profiter non seulement de l'infrastructure, mais aussi de l'expertise acquise par le biais de cette initiative au chapitre de la caractérisation de maladies humaines. L'un des principaux avantages découlant du financement offert par la FCI a été le renforcement de certaines alliances à des fins de recherche. Sans l'appui financier du FI de la FCI, il n'aurait pas été possible d'établir des liens avec des consortiums internationaux, tel l'*International Gene Trap Consortium* (www.genetrap.org) ou d'élaborer des programmes de recherche exhaustifs, telle l'étude à grande échelle sur la leucémogénèse entreprise par l'Hôpital pour enfants (*Sickkids*) et le *La Jolla Institute of Allergy and Immunology*.

De nouveaux collaborateurs continuent de se joindre au groupe et chaque programme voit à promouvoir ses services aux utilisateurs externes par le biais de sites Web, de communications présentées dans le cadre de conférences et d'écrits publiés.

De nombreuses demandes de brevet ont été déposées à la suite de recherches effectuées grâce à l'infrastructure financée par la FCI. Ces demandes sont liées :

- à la prévention du syndrome primaire de Sjögren attribuable à une déficience génétique;
- aux méthodes d'établissement d'un pronostic en matière de cancer;
- à un modèle animal transgénique de carcinome basocellulaire;
- aux produits pharmaceutiques contenant des cellules souches rétiennes.

Cette ressource a permis d'aboutir à des découvertes importantes, notamment d'approfondir les connaissances sur la prééclampsie et les maladies du rein; l'insuffisance cardiaque; l'ostéoporose; l'anémie; la thrombocytopénie; et l'épilepsie. Les outils et l'information qui seront générés apporteront un nouvel éclairage sur certaines fonctions biologiques de l'être humain et sur la complexité de la maladie; ils fourniront de nouveaux substrats menant à la découverte de nouveaux médicaments et constitueront de nouvelles ressources accessibles aux milieux universitaire et industriel canadiens oeuvrant à la recherche sur des produits liés à la santé et sur leurs applications.

• • •

Les ordinateurs et les technologies connexes sont en voie de transformer nos façons de vivre, de travailler, d'interagir, de créer et de nous amuser. En 2002, des chercheurs de l'**Université de la Colombie-Britannique** se sont vu accorder un financement au titre du FI de la FCI aux fins de la mise sur pied de l'*Institute for Computing, Information and Cognitive Systems* (ICICS), un organisme-cadre qui fait la promotion de la collaboration multidisciplinaire entre les chercheurs qui se penchent sur les moyens grâce auxquels les machines et la technologie pourraient répondre aux besoins humains.

Un appareil à ultrasons à la fine pointe de la technologie constitue un bel exemple de contribution de cette infrastructure à la collaboration multidisciplinaire et à la recherche; cet appareil très perfectionné est le seul du genre dans l'Ouest canadien. Il a été utilisé en collaboration avec les *Women's and Children's Hospitals* de la C.-B. et l'Université Simon Fraser dans le cadre de recherches dans le domaine de la santé. Voici quelques exemples tirés des nombreux projets de R.-D. présentement en cours :

- l'utilisation des techniques de forage des données dans le but d'améliorer la précision des diagnostics de cancer – en collaboration avec le *Cancer Research Centre* de la C.-B.;
- l'analyse d'images et le traitement des signaux en rapport avec des applications biomédicales – en collaboration avec la *Cancer Agency* de la C.-B.;
- « *Touch your patient* », une technique d'affichage tactile de monitoring physiologique;
- le projet Aphasia met à contribution le *GF Strong Rehab Centre* et contribue à la création de nouvelles technologies personnelles axées sur l'amélioration des capacités de communication et, de manière plus générale, l'amélioration de la qualité de vie des personnes souffrant d'aphasie, un trouble de l'expression du langage.

Nortel Networks a fait don de composantes de réseau optique qui ont permis de mettre sur pied un réseau de recherche expérimentale avec l'Université de Victoria, l'Université Simon Fraser, l'Université du nord de la Colombie-Britannique et l'Institut de technologie de la Colombie-Britannique dans le but de promouvoir l'innovation et la collaboration relatives aux technologies Internet. Il existe notamment un nouveau réseau appelé NECTAR qui relie entre eux des chercheurs de pointe de six universités canadiennes. Les chercheurs qui y participent sont des experts reconnus mondialement dans le domaine de l'interaction entre les humains et les ordinateurs, de même qu'en matière de travail coopératif assisté par ordinateur.

L'*Institute for Computing, Information and Cognitive Systems* (ICICS) met au point des applications novatrices et diversifiées ayant des applications concrètes. AIBO, le chien robotisé présentement breveté par SONY, est au nombre de ces inventions. Bien que cette technologie de la robotique mobile puisse être applicable à des articles, tel un aspirateur robotisé, on poursuit les recherches sur les moyens qui permettraient de l'adapter pour aider les personnes à mobilité réduite en leur fournissant des applications qui pourraient contribuer à leur sécurité personnelle et faciliter l'exécution de tâches quotidiennes, tels cuisiner et faire du ménage.

Voici un autre exemple : le projet Aphasia de l'Université de la Colombie-Britannique a mis au point un agenda quotidien qui opère à partir d'un ordinateur de poche. Il est conçu de

manière à ce que des personnes atteintes d'aphasie, qui sont privées totalement ou partiellement de la capacité de reconnaître les mots ou de les écrire, puissent planifier leurs réunions et leurs rendez-vous en utilisant une combinaison d'images, de sons et de texte.

Depuis l'attribution du financement par la FCI, on a fait état de 48 inventions; on a déposé une demande de brevet pour 18 d'entre elles, incluant des brevets provisoires. *Chameleon Controls*, une société dérivée, à vu le jour grâce à la contribution reçue.

3.6 Continuer sur notre lancée

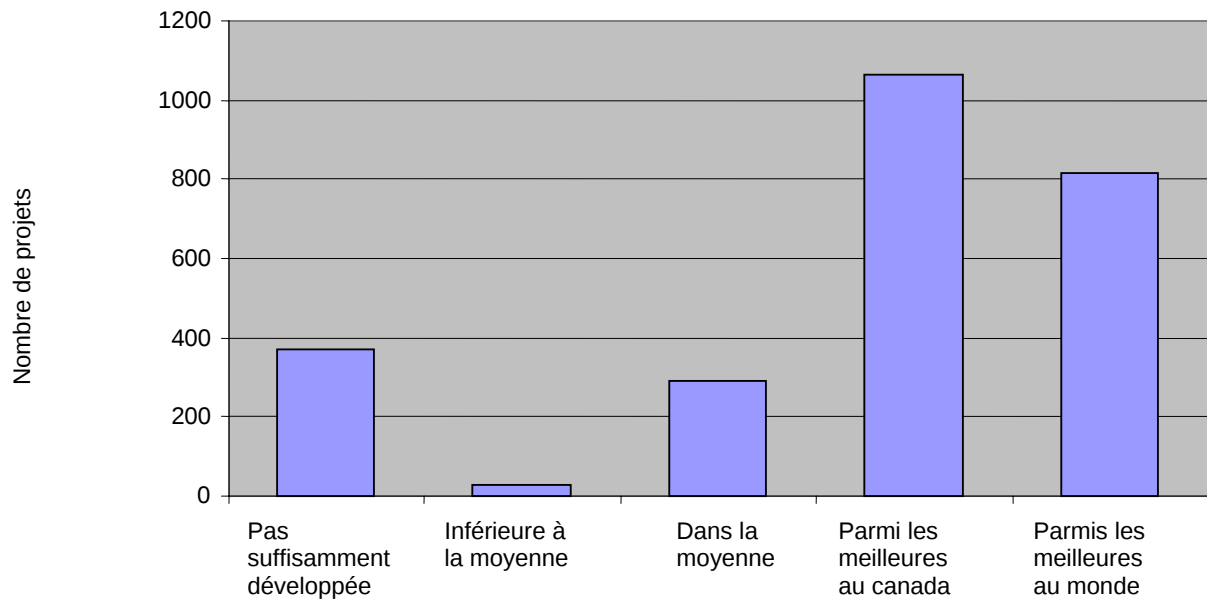
La FCI a pour mandat d'investir dans l'infrastructure de recherche afin d'accroître la capacité des établissements de recherche du Canada de poursuivre des activités de recherche et de développement technologique d'envergure internationale. Un des défis actuels est de maintenir le niveau des investissements pour que le Canada demeure à l'avant-garde.

Un de nos questionnaires demandait aux répondants de comparer leurs infrastructures avec ce qui existe ailleurs dans le monde. Au cours de la dernière année, parmi les projets complétés en tout ou en partie :

- plus de 800 (37 p. 100) responsables de projet ont indiqué que leurs projets d'infrastructure étaient de qualité comparable à ce qui se fait de mieux dans le monde; toutefois, si l'on ne tient compte que des projets d'infrastructure complexes et d'envergure, cette proportion grimpe à 51 p. 100;
- plus de 1 000 (48 p. 100) responsables de projet ont dit estimer que leurs projets d'infrastructure étaient comparables à ce qui se fait de mieux au Canada;
- 27 (1 p. 100) d'entre eux ont déclaré que leurs projets d'infrastructure étaient inférieurs à la moyenne des autres laboratoires.

Dans certains cas, on a affirmé qu'un projet était inférieur à la moyenne car il manquait certaines composantes à l'infrastructure ou que l'équipement était en cours de réparation. Dans d'autres cas, on parlait plutôt de problèmes d'obsolescence, surtout dans les domaines où la technologie évolue très rapidement, comme c'est le cas par exemple dans celui du calcul de haute performance.

Figure 3.6.1
État de l'infrastructure (2004-2005)



Au chapitre de l'utilisation de l'infrastructure, les répondants ont indiqué qu'en ce qui a trait à leurs projets **au cours de la dernière année**, quelque :

- 430 projets (17 p. 100) n'étaient toujours pas assez avancés pour être utilisés⁹.

Au cours de la dernière année, parmi les projets d'infrastructure complétés, quelque :

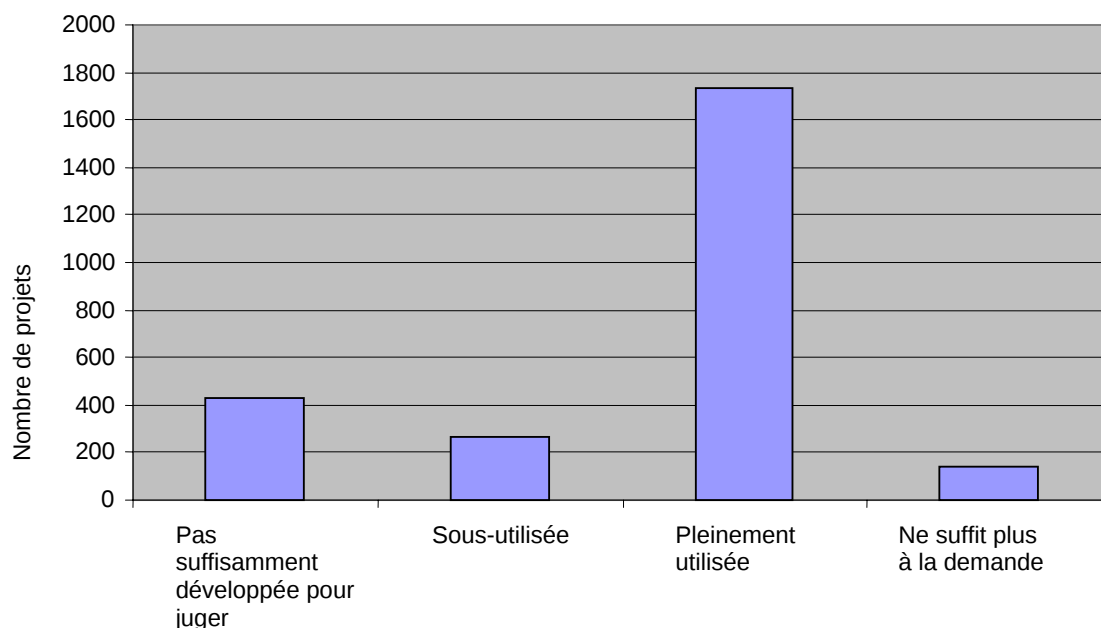
- 1 740 infrastructures (81 p. 100) étaient utilisées à pleine capacité;
- 140 infrastructures (6 p. 100) étaient non seulement utilisées à pleine capacité, mais elles ne parvenaient même pas à suffire à la demande;
- 260 infrastructures (12 p. 100) étaient sous-utilisées.

Un responsable de projet de l'UWO déclare : « L'équipement actuel, qui réunit plusieurs grappes informatiques, est très fortement utilisé; certains systèmes fonctionnent à plus de 99 p. 100 de leur capacité durant des semaines. Cette activité intense est attribuable au nombre accru de chercheurs qui se tournent vers le CHP pour résoudre leurs problèmes de recherche, aux chercheurs plus nombreux qui étendent la portée de leur recherche et à l'émergence de nouveaux champs d'application, comme la bioinformatique et les mathématiques financières, qui font largement appel au CHP. De plus en plus d'étudiants utilisent aussi le CHP dans le cadre de leur recherche ou reconnaissent l'importance qu'il pourrait avoir dans leur future carrière, que cette carrière se fasse dans le secteur privé ou dans le milieu universitaire. »

⁹ Pour cette question, les chiffres absolus provenant du formulaire (question 9) sont inférieurs à ceux de la question portant sur le développement et la mise en place de l'infrastructure, et ce même si la proportion d'infrastructures inachevées (17 p. 100) demeure la même. Certains répondants dont l'infrastructure est inachevée ont répondu à la question 1 et à d'autres questions liées à l'influence de l'infrastructure sur la capacité d'attirer du personnel. Ces répondants n'ont toutefois pas répondu aux autres questions puisque celles-ci ne s'appliquaient pas à leur projet à ce stade peu avancé.

Figure 3.6.2

Utilisation de l'infrastructure (2004-2005)



Plusieurs raisons viennent expliquer les cas de sous-utilisation. L'absence de fonds et de soutien technique pour l'exploitation et l'entretien courants joue un rôle important dans l'utilisation optimale d'un équipement à l'avant-garde.

Cela se constate dans les rapports d'avancement des projets d'infrastructure de recherche. Au cours de la dernière année, parmi les projets suffisamment avancés pour nécessiter des fonds :

- 437 (20 p. 100) responsables de projet ont indiqué qu'il était difficile d'obtenir suffisamment de fonds pour l'exploitation et l'entretien de leurs infrastructures;
- 1 768 (80 p. 100) responsables de projet ont indiqué qu'il était relativement facile d'obtenir de tels fonds.

Le besoin de financement visant l'exploitation et l'entretien des infrastructures s'intensifie légèrement depuis 2004, année où à peu près 18 p. 100 des projets d'infrastructure complétés étaient gênés par un manque de financement à ce chapitre. Un examen plus attentif semble démontrer que les bénéficiaires de contributions au titre du FR et du FICRC ont moins de difficulté à obtenir des fonds visant l'exploitation et l'entretien. En fait, seulement 14 p. 100 de ces projets ont de la difficulté à obtenir ce genre de fonds. En revanche, près d'un quart (24 p. 100) des projets d'envergure bénéficiaires de contributions au titre du FI ont eu de la difficulté à obtenir des fonds pour assurer l'exploitation et l'entretien de leurs infrastructures.

La FCI reconnaît qu'il existe un problème au chapitre de l'exploitation et de l'entretien des infrastructures. En mettant en place le FEI, la FCI a pu financer les coûts d'exploitation et d'entretien des projets d'infrastructure financés après juillet 2001 au titre du FI ou du FR. Au total, 605 projets ont profité du financement provenant du FEI. Suivant les données disponibles, on peut conclure qu'environ 25 p. 100 des projets sont suffisamment avancés pour nécessiter des fonds visant l'exploitation et l'entretien de l'infrastructure.

Un problème connexe concerne la difficulté d'attirer et de maintenir en poste un personnel spécialisé (c.-à-d. des techniciens) pour l'exploitation et l'entretien de l'infrastructure. En général, on assiste à une augmentation de ce type de ressource humaine dans les établissements canadiens, comme on l'a déjà mentionné dans le présent document. Il appert toutefois que la demande continue de croître et que certains domaines sont aux prises avec une pénurie de main d'œuvre. Au cours de la dernière année, parmi les projets complétés, quelque :

- 400 (18 p. 100) responsables de projet ont indiqué qu'ils avaient de la difficulté à recruter des ressources humaines qualifiées (techniciens);
- 1800 (82 p. 100) responsables de projet ont indiqué qu'ils n'avaient pas véritablement de problème à recruter des ressources humaines qualifiées.

Dans certains cas, les problèmes de recrutement peuvent être liés à l'absence de fonds destinés à l'exploitation et l'entretien. Plusieurs des commentaires recueillis nous le confirment. Dans certains domaines, les établissements doivent faire face à une vive concurrence pour mettre la main sur des techniciens qualifiés.

Le Canada doit s'assurer que les infrastructures de recherche des établissements canadiens demeurent à la fine pointe, surtout lorsque l'on a mis en place des stratégies de recrutement et de maintien en poste qui ont permis de créer une équipe de chercheurs de réputation internationale. Un des critères pertinents à notre analyse est l'espérance de vie utile des infrastructures. Comme l'indique la figure 3.6.2, parmi les projets financés depuis 2000, environ :

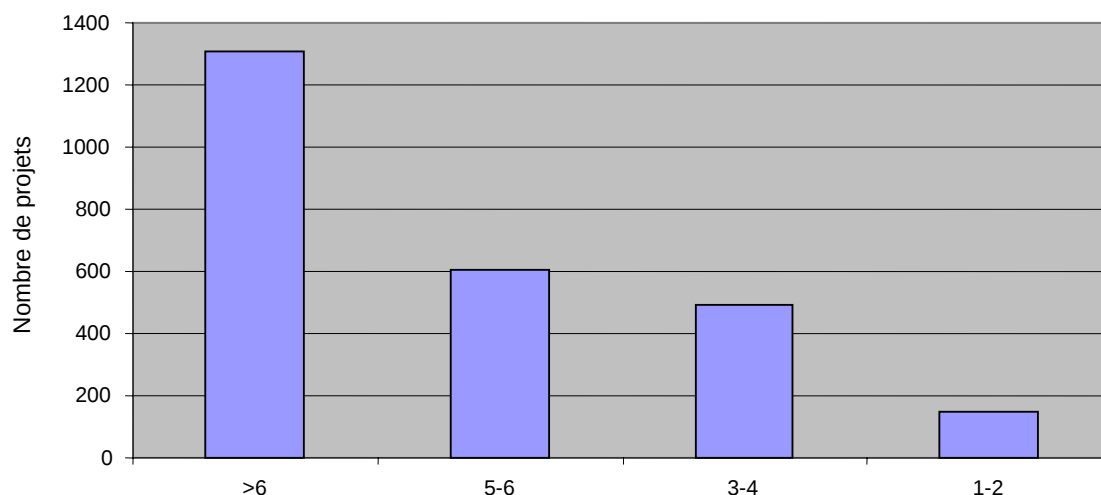
- 1 900 (75 p. 100) projets d'infrastructure ont une espérance de vie utile d'au moins cinq ans;

Le responsable d'un projet national dirigé par l'Université McMaster déclare : « L'infrastructure dans chaque établissement est comparable ou supérieure à celle des centres internationaux d'informatique en sciences humaines ou en études lexicographiques. L'infrastructure permet aux établissements de combiner un matériel de grande puissance et des technologies XML. Il n'existe aucun autre réseau de laboratoires et de serveurs informatique en ressources humaines de cette envergure au monde et rien de comparable au portail TAPoR. Les systèmes spécialisés du réseau tels que la grappe de haute performance au Nouveau-Brunswick sont comparables à ce qui se fait de mieux au Canada tout comme l'est l'Usability Lab à Toronto (pour sa taille). Enfin, le laboratoire LexUm de l'Université de Montréal est peut-être aujourd'hui la ressource d'informatique juridique la plus active au monde. Au cours de la période visée par le rapport, le groupe de Montréal a réussi à créer un citeur pour le droit canadien, a élaboré un nouveau type de portail juridique et a exploré l'établissement d'autoextraits. »

- 500 (19 p. 100) projets d'infrastructure ont une espérance de vie utile de trois à quatre ans;
- 150 (6 p. 100) projets d'infrastructure ont une espérance de vie utile de moins de trois ans.

Figure 3.6.2

Esérance de vie utile de l'infrastructure (2004-2005)



Il est important de mentionner que les 552 projets d'infrastructure financés et finalisés par la FCI en 1998-1999 ne font pas partie de l'échantillon puisque ces projets ne sont plus assujettis à l'obligation de soumettre des rapports d'avancement. On doit toutefois s'attendre à ce que ces projets « plus âgés » présentent un pourcentage plus élevé de projets d'infrastructure ayant une faible espérance de vie utile. Étant donné les nouvelles technologies qui se succèdent, il est par ailleurs probable que les infrastructures de cet âge encore utiles ne soient plus à la fine pointe.

On doit aussi mentionner que l'évaluation globale de l'espérance de vie utile ne prend pas en compte les distinctions entre les diverses disciplines et les différents domaines. Dans certains domaines, les technologies évoluent si rapidement qu'il est de plus en plus difficile de demeurer compétitif. C'est le cas entre autres de celui du calcul de haute performance (CHP).

*Un responsable de projet d'une importante installation à l'**Université McGill** a noté : « Les technologies évoluent rapidement et nous ne pourrions rester à la fine pointe si des modernisations majeures ne sont pas apportées. Même si la plupart des instruments dont nous disposons pourront encore être utilisés pendant encore plusieurs années, il y a déjà à l'horizon des instruments de génotypage, de protéomique, de séquençage et d'informatique dont nous devons faire l'acquisition pour demeurer concurrentiels.*

Il est évident qu'il faudra se pencher à nouveau sur la question de la pérennité de l'infrastructure de recherche. Comment expliquer que certaines infrastructures soient sous-utilisées? Quelle est la corrélation entre la sous-utilisation et le financement visant l'exploitation et l'entretien de l'infrastructure? Dans quels domaines le financement visant l'exploitation et l'entretien est-il le plus difficile à dénicher? Quelles sont les recommandations des chercheurs à cet égard? Dans quels domaines spécialisés ou techniques assiste-t-on à une pénurie de main-d'œuvre? Dans quels domaines et disciplines l'infrastructure de recherche devient-elle le plus rapidement obsolète? On se penchera sur ces questions au cours de la prochaine année.

4. Conclusion

De toute évidence, les investissements que la FCI a faits dans l'infrastructure de recherche des universités, des collèges et des hôpitaux de recherche de même que des organisations à but non lucratif ont joué un rôle prépondérant dans le positionnement du Canada au premier plan de la recherche de renommée internationale, et dans sa capacité à contribuer au développement socio-économique de notre pays.

Des chercheurs de renom ont été attirés par les établissements canadiens et y sont demeurés en poste en vue d'entreprendre des projets sophistiqués, commandant un réseautage international, des partenariats socio-économiques pertinents avec d'autres organisations canadiennes et la formation d'étudiants et de techniciens hautement qualifiés. Ils produisent des diplômés hautement qualifiés qui optent par la suite de travailler dans d'autres établissements, dans le secteur gouvernemental ou le secteur privé, d'un océan à l'autre.

Sur la route de l'économie du savoir, le succès du Canada repose sur sa capacité à se munir de ressources spécialisées en R.-D. Ces ressources protègent notre pays dans des domaines comme la gestion des catastrophes, la lutte contre le cancer, l'amélioration de l'infrastructure de communication, la recherche sur les prévisions sismiques, la gestion des forêts, la gérontologie et la pédiatrie. En fait, la R.-D. a un important rôle à jouer dans le développement des produits et services sur lesquels nous comptons de plus en plus et que nous tenons souvent pour acquis – des produits pharmaceutiques, des services financiers automatisés et des véhicules plus durables et sécuritaires, pour n'en nommer que quelques-uns.

L'infrastructure de recherche constitue un élément essentiel du milieu canadien de la R.-D. Elle agit comme la structure d'un pont qui permet aux diverses disciplines et aux différents secteurs de se rejoindre en vue de solutionner des problèmes complexes de R.-D. Mais, comme toute machinerie, aussi sophistiquée soit-elle, l'infrastructure commande de l'expertise quant à l'exploitation et à l'entretien, et tôt ou tard elle devient obsolète. Ces réalités doivent être prises en compte.