



Fondation canadienne pour l'innovation
Canada Foundation for Innovation

Analyse de 2010 des investissements dans l'infrastructure de recherche

Décembre 2010

RAPPORT FINAL

TABLE DES MATIÈRES

Table des matières	i
Glossaire	ii
1.0 Introduction.....	1
2.0 Méthodologie	2
3.0 Résultats	6
3.1 Innovation et retombées pour le Canada	6
3.1.1 Transfert de technologie traditionnel.....	6
3.1.2 Autres types de transfert de connaissances	7
3.1.3 Transfert de connaissances par le truchement de personnes	10
3.2 Renforcement de la capacité d'innovation du Canada	13
3.2.1 Qualité comparative de l'infrastructure financée par la FCI	13
3.2.2 Recrutement et maintien en poste des chercheurs.....	15
3.2.3 Multidisciplinarité	16
3.2.4 Compétitivité.....	17
3.3 Personnel hautement qualifié.....	18
3.3.1 Formation du PHQ	18
3.3.2 Attirer la prochaine génération de PHQ	19
3.3.3 Importance et qualité du cadre de formation.....	20
3.4 Accroissement de la productivité de la recherche	22
3.4.1 Extrants de recherche	22
3.4.2 Réseautage et collaboration.....	23
3.4.3 Utilisation de l'infrastructure	24
4.0 Meilleures pratiques concernant les résultats de la recherche.....	27
4.1 Plans de recherche stratégiques.....	27
4.2 Effet de regroupement et effet organisationnel	28
4.3 Effet régional et effet lié aux réseaux de connaissances	29
5.0 Orientations futures	30
ANNEXE A.....	31

GLOSSAIRE

CRSNG	Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada
EMR	Étude sur la mesure des résultats
ERG-VOR	Évaluation du rendement global et Vérification de l'optimisation des ressources
FCI	Fondation canadienne pour l'innovation
FEI	Fonds d'exploitation des infrastructures
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
PHQ	Personnel hautement qualifié
PRS	Plan de recherche stratégique
RAP	Rapport d'avancement de projet
RE	Rapport d'établissement
RP	Responsable de projet
TIC	Technologie de l'information et des communications
TTT	Transfert de technologie traditionnel

1.0 INTRODUCTION

Créée en 1997 par le gouvernement du Canada, la Fondation canadienne pour l'innovation (FCI) s'efforce d'accroître notre capacité à mener des projets de recherche et de développement technologique de calibre mondial dont bénéficient les Canadiens. L'investissement de la FCI dans des installations et de l'équipement de pointe permet aux universités, aux collèges, aux hôpitaux de recherche et aux établissements de recherche à but non lucratif d'attirer et de retenir le meilleur talent au monde, de former la prochaine génération de chercheurs, d'appuyer l'innovation dans le secteur privé et de créer des emplois de qualité qui renforcent la position du Canada dans l'économie du savoir.

Les objectifs nationaux de la FCI visent à renforcer la capacité des établissements bénéficiaires à :

- appuyer la croissance économique et la création d'emplois et à favoriser l'amélioration de la qualité de l'environnement et de la santé grâce à l'innovation;
- accroître la capacité du Canada à mener d'importants projets de recherche scientifique et de développement technologique de calibre mondial;
- accroître les possibilités de stages et d'emplois en procurant l'infrastructure de recherche nécessaire pour le développement de personnel hautement qualifié;
- favoriser la collaboration et la formation de réseaux productifs entre les universités, les collèges, les hôpitaux de recherche, les établissements de recherche à but non lucratif et les entreprises privées du Canada.

La stratégie des sciences et de la technologie du gouvernement du Canada, *Réaliser le potentiel des sciences et de la technologie au profit du Canada*, recense et cible les trois avantages essentiels suivants : l'avantage entrepreneurial, l'avantage du savoir et l'avantage humain. En s'acquittant de son mandat, la FCI préconise non seulement la réalisation de ces trois avantages, mais en favorise également l'harmonisation avec les quatre principes de base énoncés dans la stratégie, c'est-à-dire promouvoir l'excellence de la recherche de calibre mondial, cibler les priorités, favoriser les partenariats et accroître la responsabilisation.

La recherche que la FCI rend possible crée les conditions nécessaires à une croissance économique durable, y compris la création d'entreprises dérivées et la commercialisation des découvertes, qui permet d'entraîner des retombées en matière de condition sociale, de santé, d'environnement et de politiques publiques. À ce jour, la FCI a engagé tout près de 5,4 milliards de dollars (G\$) pour financer 7 100 projets de recherche menés dans 132 établissements, répartis dans 65 municipalités au pays. Ces investissements qu'effectue le gouvernement du Canada par l'intermédiaire de la FCI ont mobilisé 7 G\$ supplémentaires de fonds en partenariat.

Ces dépenses de fonds publics ont été à juste titre accompagnées par une insistance croissante à l'égard d'une plus grande responsabilisation et d'une évaluation plus précise et significative des résultats. La FCI satisfait à ces exigences en mettant au point plusieurs méthodes de collecte des données sur ses investissements en recherche et développement (R et D). La FCI présente pour la première fois des constatations provenant de plusieurs sources regroupées en un rapport unique. L'analyse des investissements dans l'infrastructure de recherche pour 2010 a pour objet de recenser les résultats et les retombées des investissements qu'effectue la FCI dans l'infrastructure, eu égard à ses objectifs globaux et à ses programmes¹. L'information figurant dans le présent rapport est une synthèse des diverses activités d'évaluation décrites à la section 2.0. Les constatations illustrent le rôle essentiel de l'infrastructure financée par la FCI dans l'atteinte de ses objectifs nationaux et serviront à alimenter les prochaines évaluations de programme et autres études spéciales.

¹ Le modèle logique de la FCI établit les relations causales ou logiques entre les activités, les résultats et les retombées de l'organisation et il constitue un élément du cadre de rendement, d'évaluation, de risques et de vérification, qui peut être consulté à www.innovation.ca/fr/evaluation/performance-evaluation-risk-and-audit-framework.

2.0 MÉTHODOLOGIE

En s'appuyant sur son cadre de rendement, d'évaluation, de risques et de vérification actuel, la FCI recueille et analyse des données tirées des rapports d'avancement de projet, des rapports d'établissement, des études sur la mesure des résultats, de l'évaluation du rendement global et de la vérification de l'optimisation des ressources, ainsi que d'autres études spéciales. Chacun de ces outils et chacune de ces activités sont décrits dans les rubriques qui suivent.

Rapports d'avancement de projet

Au plus tard le 30 juin de chaque année, les établissements doivent transmettre un rapport d'avancement pour tous les projets en cours ayant reçu des fonds de la FCI, et ce, pendant les cinq années suivant la mise en place d'une entente de contribution. Chacun de ces rapports est préparé par le responsable du projet (RP), puis soumis par son établissement. Le rapport d'avancement de projet (RAP) prend la forme d'un sondage électronique d'autodéclaration permettant de recueillir des données quantitatives et qualitatives concernant le projet. Ces données sont utiles pour évaluer les progrès de la FCI dans l'atteinte de ses objectifs. Des encadrés permettent aux répondants d'étoffer leurs réponses et fournissent des données qualitatives utiles. Les RP doivent fournir les données se rapportant à l'exercice antérieur seulement. Les grandes lignes de l'analyse des RAP sont présentées à l'annexe A.

Composition de l'échantillon des RAP pour 2010

À l'échéance du 21 juillet 2010, la FCI avait reçu 2 433 des 2 748 rapports requis, ce qui représente un taux de soumission de 89 % (tableau 1).

Tableau 1 : Sommaire de l'échantillon des données des RAP, 2010 (n=2 433)				
Catégorie	Nombre d'établissements financés	Nombre de projets financés	Nombre de rapports soumis	Taux de réponse (%)
A. Grandes universités, hôpitaux et organismes à but non lucratif	39 (46 %)	2 330 (85 %)	2 114 (87 %)	91 %
B. Petites universités ²	45 (53 %)	408 (15 %)	318 (13 %)	78 %
C. Collèges	1 (1 %)	10 (0,4 %)	1 (0,1 %)	10 %
Total	85 (100 %)	2 748 (100 %)	2 433 (100 %)	89 %

La FCI tire parti de ce taux élevé de soumission de RAP. La plupart des RP soumettent tous les rapports nécessaires à temps. Les établissements sont avisés que les versements futurs pour tous les projets financés par la FCI seront retenus si les rapports en retard ne sont pas soumis promptement. Tous les rapports requis doivent en définitive être soumis.

Rapports d'établissement

Les établissements devant produire un ou plusieurs RAP sont aussi tenus de produire un rapport d'établissement (RE) au plus tard le 31 juillet de chaque année. Ce rapport contient principalement des

² Les universités sont classées selon qu'elles reçoivent plus ou moins de 1 % de l'ensemble des contributions versées par les organismes fédéraux de financement de la recherche. Par exemple, les petites universités reçoivent moins de 1 % de l'ensemble des contributions versées par les organismes fédéraux de financement de la recherche.

données qualitatives et porte sur l'incidence globale des investissements de la FCI sur la capacité de l'établissement de mettre en œuvre son plan de recherche stratégique dans des domaines comme le renforcement de la capacité, la mise en valeur des partenariats et la production de retombées pour le Canada. Le RE traite également des défis à relever. L'information recueillie sert à la préparation du rapport annuel de la FCI, à l'évaluation des résultats et à d'autres études spéciales liées à l'évaluation.

Composition de l'échantillon de RE pour 2010

À l'échéance du 21 juillet 2010, la FCI avait reçu 67 des 85 rapports requis, ce qui représente un taux de soumission de 79 % (tableau 2).

Tableau 2 : Sommaire de l'échantillon des données des RE, 2010 (n=86)			
Catégorie	Nombre d'établissements financés	Nombre de rapports soumis	Taux de réponse (%)
A. Grandes universités, hôpitaux et organismes à but non lucratif	43 (51 %)	29 (43 %)	67 %
B. Petites universités	40 (47 %)	37 (55 %)	93 %
C. Collèges	2 (2 %)	1 (2 %)	50 %
Total	85 (100 %)	67 (100 %)	79 %

La FCI tire parti de ce taux élevé de soumission de RE. La plupart des établissements soumettent tous les rapports nécessaires à temps. Les établissements sont avisés que les versements futurs pour tous les projets financés par la FCI seront retenus si les rapports en retard ne sont pas soumis promptement. Tous les rapports requis doivent en définitive être soumis.

Étude sur la mesure des résultats

L'étude sur la mesure des résultats (EMR), qui représente une étude détaillée de grappes de projets, permet d'obtenir des données et des renseignements complémentaires sur les résultats et les retombées de la recherche. L'EMR permet d'évaluer la mesure dans laquelle les investissements que fait la FCI dans l'infrastructure de recherche contribuent à l'atteinte des objectifs liés aux cinq catégories de résultats suivantes : les plans de recherche stratégiques, la capacité de recherche, le personnel hautement qualifié, la productivité de la recherche et l'innovation.

À l'aide de données quantitatives et qualitatives, l'EMR rend compte de l'ampleur des retombées des investissements de la FCI et de ses partenaires à l'égard d'un thème de recherche précis. Chaque EMR tient compte du succès de la recherche et des innovations qui en découlent, facteurs qui ne peuvent pas toujours être évalués au moyen de méthodes plus conventionnelles comme les enquêtes ou les rapports d'avancement. L'EMR prévoit que l'établissement procède à une autoévaluation et compile un rapport résumant les résultats et les retombées de la recherche effectuée sur un thème donné, au moyen d'un questionnaire d'analyse³. Ce rapport est évalué par un comité d'experts indépendants lors d'une visite de 1,5 jour à l'établissement. Les comités d'experts sont composés d'experts canadiens et étrangers des secteurs universitaire, privé et public. Leur évaluation compare les résultats et les retombées de la recherche sur le thème avec ce qui se fait ailleurs au pays et à l'étranger. Après chaque visite, le comité d'experts produit un rapport qu'il transmet au Conseil d'administration de la FCI et à l'établissement.

³ Pour de plus amples renseignements, suivre le lien suivant :
www.innovation.ca/docs/accountability/OMS/2010/OMS_instructions_institution_2010_f.pdf

Composition de l'échantillon de l'EMR

Depuis 2007, la FCI a effectué 19 visites d'établissement dans le cadre de l'EMR, dont trois études-pilotes, et a produit des rapports pour chacune de ces visites. Les rapports contiennent des données numériques globales et les cotes attribuées par le comité d'experts, ainsi que des évaluations qualitatives et des études de cas. La méthodologie sur laquelle s'appuie l'EMR a évolué au fil du temps et des changements ont dû être apportés à certains indicateurs. En conséquence, les données de certains rapports ne sont pas complètes pour tous les indicateurs de l'EMR.

Évaluation du rendement global et Vérification de l'optimisation des ressources

Conformément à l'Accord de financement qui la lie au gouvernement du Canada, la FCI est tenue de procéder à une évaluation du rendement global et à une vérification de l'optimisation des ressources (ERG-VOR), au moins une fois tous les cinq ans. Le volet évaluation de l'ERG-VOR porte sur la mesure dans laquelle la FCI atteint globalement ses objectifs, tandis que le volet vérification examine les activités de la FCI afin d'établir le degré d'économie, d'efficacité et d'efficacité avec lequel les fonds ont été utilisés.

La FCI a complété sa première ERG-VOR en mars 2010. Un tiers indépendant a réalisé l'étude et un comité international, composé de sept experts en recherche et en financement de la recherche de niveau international, a passé en revue les constatations de l'étude et produit un rapport indépendant. Les données obtenues au moyen de l'enquête et des entrevues réalisées dans le cadre de l'ERG-VOR sont présentées dans le présent rapport afin de mettre en évidence les conclusions convergentes.

Études spéciales

La FCI effectue régulièrement des études spéciales afin d'examiner de façon plus approfondie les questions et les sujets liés à son rendement et à son incidence. Le présent rapport cite l'une de ces études, réalisée l'an dernier et parrainée en partie par la FCI, qui visait à lui permettre d'en apprendre davantage sur l'étendue et la nature des activités d'impartition de la recherche universitaire et hospitalière au Canada⁴. L'étude repose sur des données détaillées fournies par 20 établissements d'enseignement postsecondaire au Canada et sur un nombre restreint d'entrevues réalisées avec des représentants d'organisations participant à la recherche universitaire, la plupart étant des contributeurs financiers provenant du secteur privé.

Limites et caractéristiques des données

Les données présentées dans le présent rapport sont tirées de plusieurs sources. Comme pour de nombreuses analyses des investissements en recherche et développement, plusieurs facteurs doivent être pris en compte lors de l'interprétation des données, notamment les suivants :

1. **Attribution** : Les investissements que fait la FCI dans l'infrastructure de recherche ne constituent que l'une des facettes d'une initiative de recherche de plus grande ampleur. Étant donné que d'autres partenaires financiers contribuent au financement de l'infrastructure ainsi qu'au financement de la recherche et de la formation, et qu'il existe un grand nombre d'autres facteurs connexes, l'attribution des retombées peut être difficile.
2. **Période de référence** : Ce rapport intègre les données de la FCI provenant de différentes sources et périodes de référence. Par exemple, les données de l'EMR contenues dans le rapport découlent des visites effectuées entre 2007 et 2010. La base de données de la FCI relative aux rapports d'avancement soumis pour l'exercice 2009-2010 contient de l'information sur des projets qui ont commencé entre le 1^{er} avril 2005 et le 31 mars 2010. Par conséquent, les projets ne sont pas tous comparables et n'ont pas franchi les mêmes étapes de réalisation.

⁴ Pour consulter le rapport *Knowledge Transfer through Research Contracting*, suivre le lien suivant : <http://www.impactq.com/index.php?descript=Publications>

3. Décalage dans le temps : Les projets d'infrastructure que finance la FCI varient grandement, ce qui peut influencer sur la rapidité de leur mise en œuvre et sur les résultats et retombées qu'ils produisent. Les projets d'infrastructure de plus petite envergure, surtout ceux visant à attirer et à maintenir en place des chercheurs, sont plutôt faciles à planifier, à financer et à développer, alors qu'il faut parfois plusieurs années avant que les projets complexes de grande envergure deviennent entièrement opérationnels.
4. Envergure et diversité des projets de recherche : Les projets financés par la FCI visent l'ensemble des disciplines et sont menés par divers types d'établissements d'enseignement supérieur, notamment des universités, des collèges, des hôpitaux de recherche et des organismes à but non lucratif. Par ailleurs, certains projets visent la recherche fondamentale, tandis que d'autres ciblent la recherche appliquée. Par conséquent, les données agrégées représentent la somme d'une gamme étendue de valeurs distinctes.

3.0 RÉSULTATS

Le présent rapport rassemble plusieurs types d'éléments probants, en particulier des données tirées des RAP soumis en 2010 et des 19 rapports de visite découlant de l'EMR (2007-2010), afin de rendre compte des résultats et des retombées de la recherche réalisée au moyen de l'infrastructure financée par la FCI. Des données sont fournies relativement à l'incidence qu'a eue l'infrastructure financée par la FCI sur : l'innovation et les retombées pour le Canada; le renforcement de la capacité d'innovation du Canada; le personnel hautement qualifié; l'accroissement de la productivité de la recherche. Ces catégories de résultats sont en lien avec les objectifs nationaux de la FCI (voir la section 1.0).

3.1 INNOVATION ET RETOMBÉES POUR LE CANADA

Les constatations présentées dans cette section montrent que, grâce à la recherche et à la formation que permet l'infrastructure, le financement de la FCI se traduit par de nombreuses retombées dans des domaines comme la croissance économique, la santé et les avantages sur le plan social, ainsi que la qualité de l'environnement.

L'innovation comprend la capacité de concevoir des produits, des procédés et des services nouveaux ou améliorés. Elle stimule la productivité et la croissance, et a des retombées directes et indirectes pour le Canada. La FCI collecte et analyse l'information sur l'innovation au moyen de l'EMR et des RAP. Plus précisément, la FCI recueille des données sur le transfert de technologie traditionnel, d'autres types de transfert de connaissances et le transfert de connaissances par le truchement des personnes.

3.1.1 Transfert de technologie traditionnel

Les Canadiens tirent parti de la création, de la protection et de l'utilisation de la propriété intellectuelle productrice de revenus, grâce, par exemple, aux brevets, aux entreprises dérivées ou aux licences d'exploitation (tableau 3). En 2009-2010, les RAP ont recensé plusieurs cas de transferts de technologie traditionnels liés à l'infrastructure financée par la FCI.

Tableau 3 : Brevets, licences et entreprises dérivées, 2010 (n=2 167)		
	Nombre de RP ayant répondu par l'affirmative	Dans l'affirmative, combien?
Dépôts de demande de brevet	165 (7 %)	435
Divulgations d'inventions	138 (6 %)	291
Entreprises dérivées	45 (2 %)	44*
Brevets délivrés	33 (1 %)	62
Licences d'exploitation	33 (1 %)	113

* Deux RP ont fait état d'une même entreprise dérivée.

Ces activités sont demeurées stables au cours des trois dernières périodes visées par les RAP. Une enquête plus générale sur la propriété intellectuelle dans le secteur de l'enseignement supérieur, réalisée par Statistique Canada en 2010, montre cependant un recul du nombre de brevets délivrés à des universités et hôpitaux universitaires canadiens entre 2007 (479 brevets) et 2008 (346 brevets)⁵.

⁵ Statistique Canada. *Enquête sur la commercialisation de la propriété intellectuelle dans le secteur de l'enseignement supérieur* (2008; publiée le 23 août 2010), p. 22.

Le transfert de technologie traditionnel (TTT) a été coté comme étant d'une « grande » ou « très grande » importance dans la majorité des domaines de recherche pour les thèmes faisant l'objet de l'EMR (76 %). Malgré cette importance, le niveau des activités de TTT et leur valeur pour les utilisateurs finaux n'ont été cotés comme ayant une « grande » ou « très grande » importance que pour la moitié des thèmes concernés (tableau 4a). Les activités de TTT et les résultats de plusieurs groupes de recherche recensés par l'EMR pourraient donc être améliorés.

Ces constatations sont corroborées par un sondage⁶ récent, selon lequel le quart des RP interrogés a indiqué que des activités de TTT étaient établies, tandis que 20 % ont fait état d'applications liées aux meilleures pratiques en matière de santé, d'avantages pour l'environnement ou des politiques publiques.

Tableau 4a : Indicateurs d'innovation évalués par les groupes d'experts de l'EMR : transfert de technologie traditionnel (2007-2010)					
Indicateur EMR	Très faible	Faible	Moyenne	Grande	Très grande
Importance du TTT dans le domaine du thème faisant l'objet de l'EMR (n=17)	6 %	12 %	6 %	23 %	53 %
Importance du TTT dans le thème pour l'établissement (n=11)	9 %	27 %	18 %	27 %	18 %
Importance et valeur pour les utilisateurs (n=8)	0 %	25 %	25 %	37 %	13 %

3.1.2 Autres types de transfert de connaissances

Les rapports de l'EMR fournissent des preuves de l'importance du transfert de connaissances, au-delà du TTT et de la commercialisation. En effet, les chercheurs participent souvent à la recherche sous contrat, fournissent des services de consultation ou autres et des données à des parties indépendantes de leur établissement dans le cadre de leur relation avec le secteur privé (tableau 4b). Dans tous les cas, les comités d'experts de l'EMR ont évalué le transfert de connaissances en général comme étant de grande importance. Dans 72 % des cas, les comités ont évalué que le transfert de connaissances était « important » ou « très important » et, dans 70 % des cas, ils ont indiqué qu'il était « important » ou « très important » pour les utilisateurs. Il est donc manifeste que de telles activités de transfert de connaissances ont lieu pour la plupart des thèmes de l'EMR.

Tableau 4b : Indicateurs d'innovation évalués par les groupes d'experts de l'EMR : autres types de transfert de connaissances (2007-2010)					
Indicateur EMR	Très faible	Faible	Moyenne	Grande	Très grande
Importance du transfert de connaissances dans le domaine du thème faisant l'objet de l'EMR (n=11)	0 %	0 %	0 %	18 %	82 %
Importance du transfert de connaissances dans le thème pour l'établissement (n=11)	0 %	9 %	18 %	27 %	45 %
Importance et valeur pour les utilisateurs (n=10)	0 %	0 %	30 %	20 %	50 %

⁶ KPMG. *Rapport final : Analyse de l'Évaluation du rendement global et Vérification de l'optimisation des ressources (ERG-VOR)*, 30 octobre 2009.

Les RAP ont relevé un certain nombre de retombées découlant des travaux de recherche réalisés grâce à l'infrastructure financée par la FCI (tableau 5).

Tableau 5 : Retombées pour le Canada, 2010 (n=2 167)		
	Nombre de RP ayant répondu par l'affirmative	Dans l'affirmative, combien?
Produits, procédés ou services nouveaux ou améliorés	402 (19 %)	979
Protocoles, procédés ou services de soins de santé améliorés, y compris les économies de coûts	365 (17 %)	1 957
Avantages pour l'environnement	361 (17 %)	564
Programmes et politiques publics nouveaux ou améliorés	248 (11 %)	399
Meilleures pratiques en matière de fabrication, structure organisationnelle, soins de santé, etc.	136 (6 %)	689

Les RAP et l'EMR contiennent de nombreux exemples de transfert de connaissances fondés sur des travaux de recherche effectués, et un savoir-faire acquis, au moyen de l'infrastructure financée par la FCI. Les rubriques qui suivent décrivent certaines de ces retombées.

Produits et procédés

La recherche réalisée grâce à l'infrastructure financée par la FCI aide les entreprises privées à réduire leurs coûts et à améliorer leurs produits et services de nombreuses façons, notamment par des procédés plus efficaces et des matériaux plus efficaces. Par exemple, les gants contenant des particules d'argent pour prévenir les brûlures coûtaient au départ 900 \$. Une nouvelle technologie de fabrication mise au point en collaboration avec le Groupe CTT (Centre des technologies textiles) au Cégep de Saint-Hyacinthe a permis de ramener le coût unitaire à 92 \$ et de pénétrer le marché plus rapidement.

À l'École Polytechnique de Montréal, la recherche portant sur les matériaux nanostructurés a donné lieu à l'élaboration de revêtements à haute performance pour prévenir l'érosion des turboréacteurs par des particules solides, ce qui a permis de réduire les taux d'érosion d'un facteur de 20 à 50.

Par ailleurs, au centre d'étude de l'activité commerciale de l'Université Ryerson, des chercheurs ont utilisé des systèmes informatiques évolués pour l'exploration et la visualisation de vastes ensembles de données spatiales afin d'améliorer les décisions liées aux emplacements dans des secteurs comme la mise en valeur immobilière, ainsi que pour des organismes gouvernementaux et à but non lucratif.

Protocoles, procédés et services de soins de santé

L'infrastructure financée par la FCI a permis aux chercheurs s'intéressant à des domaines liés à la santé d'adopter une démarche à plusieurs volets pour s'attaquer à un vaste éventail de maladies et de pathologies et pour mettre au point des services de pointe complets en vue de les contrôler et de les traiter. Cette démarche comporte les volets suivants : (1) *recherche fondamentale* : les activités sont axées sur la recherche aux niveaux cellulaire et moléculaire et portent sur les cellules souches et le système immunitaire; (2) *systèmes et modèles* : ce volet comprend l'étude des interactions entre les éléments des systèmes biologiques (p. ex., l'importance de l'équilibre entre les types de bactéries dans

les troubles intestinaux); (3) *recherche translationnelle* : qui vise à tirer des avantages cliniques des percées scientifiques (approche « du laboratoire au chevet du patient »)⁷; (4) *prévention et réduction des risques* : par exemple, les travaux de recherche sur les causes et les facteurs de risque des problèmes cardiovasculaires; (5) *recherche pharmaceutique et pharmacogénomique* : l'infrastructure financée par la FCI accélère la découverte et le développement de médicaments et favorise les recherches sur l'utilisation du génome pour les thérapies personnalisées; (6) *thérapies et gestion* : par exemple, protocoles pour le traitement rapide et efficace des accidents vasculaires cérébraux; (7) *imagerie de pointe* : pour différentes applications – depuis le diagnostic jusqu'à la chirurgie guidée par l'image.

À titre d'exemple, le Centre for Hip Health and Mobility de Vancouver, qui réunit un groupe multidisciplinaire de chercheurs, adopte une approche globale à l'égard des problèmes liés à la hanche, notamment par la réalisation de travaux de recherche sur les façons de prévenir les fractures de la hanche et de réduire le fardeau de l'arthrite de la hanche, surtout aux premiers stades de la maladie. Des travaux de recherche sur le diabète sont effectués dans différents centres au Canada, allant du développement d'aliments à faible indice glycémique à l'étude comparative poussée des méthodes de gestion et de contrôle du diabète, et à la recherche fondamentale à la base des nouveaux traitements et, ultimement, d'une guérison⁸.

L'avancement de la recherche dans le domaine de la santé a des conséquences à la fois sur la santé et sur l'économie. Par exemple, le Centre of Excellence for Gastrointestinal Inflammation and Immunity Research de l'Université de l'Alberta a estimé que les maladies gastro-intestinales représentent un fardeau économique de 100 G\$ par année⁹. La recherche effectuée dans ce centre est à la fois fondamentale et clinique. Elle comprend l'identification des bactéries, des virus, des gènes et des facteurs environnementaux qui interviennent dans les ulcères, les maladies inflammatoires de l'intestin et les cancers du foie et du système gastro-intestinal. Pour le volet clinique, la recherche comporte l'identification des personnes et des collectivités présentant des risques élevés, ainsi que l'étude et l'évaluation des résultats et des traitements liés à des troubles particuliers.

Avantages pour l'environnement

L'infrastructure financée par la FCI procure des ressources de pointe pour les projets liés aux sciences de l'environnement sur les côtes est et ouest du Canada¹⁰. La FCI a financé des réseaux de systèmes de détection sous-marine qui améliorent à présent le suivi des stocks de poissons à mesure qu'ils se déplacent dans les fleuves et les océans et qui permettent une meilleure surveillance du milieu marin.

Des travaux de recherche reposant sur une infrastructure financée par la FCI aident aussi à réduire l'impact des sables bitumineux sur l'environnement, tout en permettant une récupération accrue à des coûts moindres. Ainsi, l'Université de Calgary met au point des méthodes pour la mise en valeur *in situ* des sables bitumineux, tandis que l'Université de l'Alberta cible ses recherches sur le perfectionnement des technologies de traitement du bitume, les interactions entre les différentes composantes des sables bitumineux et l'effet de la dynamique des fluides sur l'efficacité de la récupération du pétrole. De son côté, l'Université de Regina a mis en œuvre des méthodes pour ramener les coûts du captage du dioxyde de carbone (CO₂) de 55 \$ à 20 \$ la tonne, tout en utilisant le CO₂ capté pour accroître les taux de récupération du pétrole lourd¹¹.

⁷ Exemples : le programme « Translation of Innovation into Medical Excellence » de l'Hôpital d'Ottawa et le Cardiovascular Translational Research Centre de l'Université de l'Alberta.

⁸ Au nombre des exemples figure le Centre de recherche du diabète de Montréal, qui regroupe 43 chercheurs de cinq universités.

⁹ RAP 2010

¹⁰ Au nombre des exemples figurent l'Ocean Tracking Network (Université Dalhousie) et les observatoires océaniques câblés NEPTUNE et VENUS (Université de Victoria).

¹¹ Visite à Regina dans le cadre de l'EMR (les 28 et 29 avril 2009; mise à jour le 24 juillet 2009).

Programmes et politiques publics

La recherche financée par la FCI aide à établir une base de données probantes à l'égard des politiques publiques. Par exemple, l'Université de la Colombie-Britannique met actuellement sur pied l'observatoire d'apprentissage et de santé publique le plus complet du monde. Il contient des bases de données fondées sur les populations classées par discipline, région et époque, et a pour objectif de trouver des moyens de contrer les effets néfastes sur la santé des préjudices sociaux, économiques et environnementaux. Au Centre de recherche sur l'enfance et la famille de l'Université McGill, le *Canadian Child Welfare Data Lab* recueille des renseignements sur les politiques et programmes liés au bien-être de l'enfant – au fil du temps et partout au Canada – dans le but d'évaluer leurs retombées et de déterminer les caractéristiques des programmes et politiques efficaces pour les enfants et les familles.

Meilleures pratiques en matière de fabrication, de structure organisationnelle et de soins de santé

Les travaux de recherche comparant les méthodes et les pratiques peuvent se révéler très utiles pour cerner les meilleures pratiques et les diffuser au sein de l'entreprise ou à d'autres organisations. Ainsi, au laboratoire de recherche en sciences policières de l'Université Carleton, les sujets de recherche portent sur l'efficacité comparée des procédures d'enquête, les méthodes et normes de formation, la prise de décisions sur le recours à la force meurtrière et l'élaboration d'outils pour établir des liens entre les crimes commis par des auteurs de crimes en série. Afin d'améliorer le traitement de l'arthrite et d'évaluer l'efficacité de nouveaux médicaments, l'Université de Toronto et le Réseau universitaire de santé ont mis sur pied un projet visant à recueillir des données, à l'échelle du Canada, sur les traitements cliniques de l'arthrite dans un vaste éventail de contextes de pratique et à partir de rapports établis par les patients.

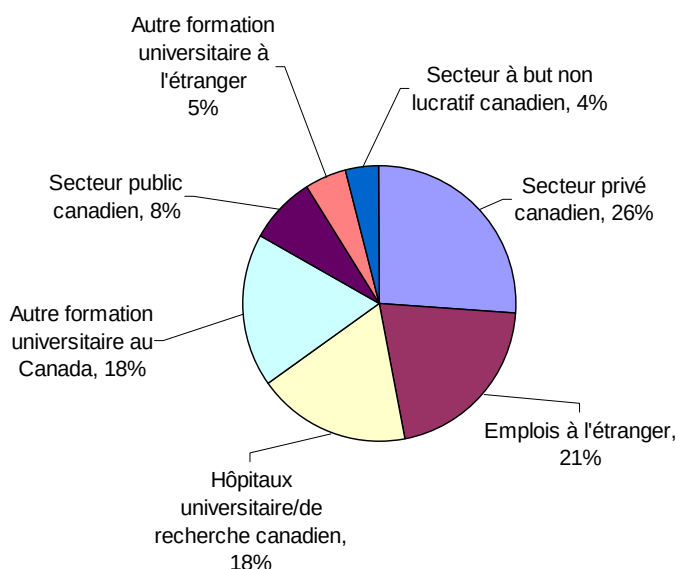
3.1.3 Transfert de connaissances par le truchement de personnes

L'infrastructure financée par la FCI a des retombées importantes et durables grâce au personnel hautement qualifié dont la formation a été facilitée par l'utilisation de cette infrastructure. Comme il est décrit à la section 3.3, l'infrastructure a servi de ressource principale à plus de 26 000 étudiants et stagiaires postdoctoraux, auxquels il faut ajouter 6 200 techniciens dont la formation repose sur l'infrastructure.

Les rapports de l'EMR fournissent de l'information sur les secteurs ayant bénéficié d'un afflux de personnel hautement qualifié dont la formation repose sur l'infrastructure financée par la FCI. Environ 25 % des plus de 2 200 travailleurs hautement qualifiés pour lesquels la destination après formation était connue ont suivi une formation universitaire supplémentaire au Canada ou à l'étranger. Les destinations d'emploi de 77 % des stagiaires étaient diverses et dépendaient de la nature de la formation reçue (figure 1).

*« Au cours des 20 ans d'existence de Research In Motion, je n'ai acquis sous licence en tout et pour tout que deux technologies mises au point par des équipes de recherche universitaires. Au cours de cette période, j'ai recruté plus de 5 000 étudiants dans le cadre de programmes 'travail-études', comme stagiaires et comme employés permanents. Pour vraiment comprendre la commercialisation, il suffit de se présenter à la convocation donnée à l'université. Pourvus des technologies de pointe de partout dans le monde, des derniers outils, des dernières techniques et des derniers procédés qu'ils ont appris en travaillant avec les meilleurs chercheurs, ces étudiants obtiennent leurs diplômes avec brio et partent façonner les entreprises, les établissements d'enseignement et la société de notre pays. Voilà ce qu'est vraiment la commercialisation. » (Extrait des notes de l'allocution *The Importance of Basic Research* de Mike Lazaridis à la Fourth Annual Research Money Conference, le 9 novembre 2004)*

Figure 1 : Destinations connues du personnel hautement qualifié selon les 12 thèmes de l'EMR (2007-2010) (n=2 336)



Ainsi, le personnel hautement qualifié se trouve principalement dans le secteur privé (26 %) et les hôpitaux universitaires ou de recherche (18 %) au Canada, tandis qu'une proportion importante de diplômés (21 %) ont obtenu des emplois à l'étranger (Cela reflète probablement le nombre élevé d'étudiants étrangers inscrits à des programmes d'études supérieures au Canada, ainsi que de Canadiens inscrits à des programmes postdoctoraux à l'étranger). Les secteurs public et à but non lucratif ont attiré relativement moins de diplômés (8 % et 4 %, respectivement). Lors de la plupart des visites effectuées dans le cadre de l'EMR, les RP ont indiqué que le transfert des connaissances dans tous les secteurs d'activité, tant aux paliers municipal, régional, national qu'international, reposait principalement sur les connaissances et compétences techniques acquises pendant la formation.

Même si la plupart des établissements ne font pas systématiquement un suivi des destinations universitaires ou d'emploi de leurs diplômés, des exemples montrent que des liens solides unissent les diplômés et l'entreprise privée locale. Par exemple, les diplômés en sciences des matériaux de l'Université Simon Fraser trouvent souvent un emploi dans les petites et moyennes entreprises des secteurs des piles à combustible, des énergies de remplacement et autres secteurs (par exemple, la nanotechnologie et les semi-conducteurs) en Colombie-Britannique. Autre exemple, le programme de géoingénierie de l'Université Queen's comble environ 20 % des besoins en personnel hautement qualifié du secteur privé dans ce domaine au Canada.

Création d'emplois

L'infrastructure financée par la FCI facilite l'embauche de personnel hautement qualifié et d'étudiants pour soutenir la recherche et maintenir l'infrastructure en état de fonctionnement. Les étudiants (premier cycle, cycles supérieurs et stagiaires postdoctoraux) sont souvent embauchés par des entreprises privées en raison de leur expertise et de leur spécialisation.

Les RP ont fait rapport sur la création d'emplois dans les RAP (tableau 6).

Tableau 6 : Retombées pour le Canada, 2010 (n=2 167)		
	Nombre de RP ayant répondu par l'affirmative	Dans l'affirmative, combien?
Emplois créés dans les secteurs universitaire et hospitalier	809 (37 %)	3 140
Emplois créés dans le secteur privé	135 (6 %)	521
Emplois créés dans les secteurs public et à but non lucratif	79 (4 %)	492

À titre d'exemple, les chercheurs de l'Université de Toronto ont créé 11 entreprises dérivées en nanotechnologies, notamment Axela (en 2005) et Rimon Therapeutics (en 2006), qui comptent parmi les dix premières sociétés spécialisées en sciences de la vie du Canada. Bien que ces entreprises soient encore en phase de démarrage, elles ont déjà créé un certain nombre d'emplois de grande valeur (p. ex., 45 emplois pour Axela).

3.2 RENFORCEMENT DE LA CAPACITÉ D'INNOVATION DU CANADA

Les constatations présentées dans cette section montrent que, dans l'ensemble, les projets de la FCI reposent sur une infrastructure à la fine pointe et que la FCI exerce un effet considérable sur l'amélioration des capacités techniques et opérationnelles de l'infrastructure. Les installations et les instruments de calibre mondial sont déterminants pour attirer et maintenir en poste des chercheurs de haut calibre et pour assurer la multidisciplinarité du milieu de la recherche. Collectivement, ces retombées renforcent la compétitivité du secteur canadien de la recherche.

Dans le rapport *En plein essor* portant sur la recherche universitaire et la mobilisation du savoir, publié en 2008, l'Association des universités et collèges du Canada mentionne que « dans le contexte d'une économie mondiale concurrentielle fondée sur le savoir, une capacité de recherche hautement développée... procure au Canada un avantage indéniable ». Les auteurs du rapport constatent que le Canada est en pleine « course mondiale aux talents de recherche », que la FCI et d'autres initiatives de financement « considérées dans leur ensemble [...] visent à offrir un milieu concurrentiel à l'échelle internationale », et que « bon nombre de chercheurs étrangers attirés au Canada au cours des dernières années ont souligné que ces initiatives avaient largement influencé leur décision de venir s'installer ici »¹².

Les constatations dans cette section présentent des données sur la qualité comparative de l'infrastructure financée par la FCI, le recrutement et le maintien en poste des chercheurs, la multidisciplinarité et la compétitivité.

3.2.1 Qualité comparative de l'infrastructure financée par la FCI

L'équipement, les laboratoires et les bâtiments, nouveaux ou modernisés, et les plus récentes bases de données fournissent aux chercheurs actuels et en devenir une capacité accrue et des occasions renouvelées de recherche et de formation de premier ordre, qui leur permettent de se mesurer aux meilleurs dans le monde.

Les RAP indiquent de diverses façons comment l'infrastructure financée par la FCI a amélioré la capacité des établissements canadiens en matière de recherche, d'enseignement et de coopération. Selon ces rapports, l'infrastructure financée par la FCI a permis d'accroître les capacités des chercheurs à étudier des questions scientifiques et technologiques qui ne pouvaient l'être auparavant ou pour lesquelles ils ne pouvaient autant approfondir leurs travaux de recherche ou les accélérer (dans des domaines comme l'imagerie à haute définition et la détection de traces de contaminants environnementaux). L'infrastructure a souvent été jugée déterminante pour la mise sur pied ou l'agrandissement d'un laboratoire, la multiplication des occasions de formation et l'établissement de liens entre la recherche fondamentale et appliquée.

« Les investissements de la FCI ont transformé le calibre de l'infrastructure de recherche au Canada. Environ deux tiers des [responsables de projet] et des [utilisateurs de projet] ont accordé à la capacité technique de leur infrastructure la cote 'excellente' ou 'de calibre mondial' [...] ».

KPMG. Analyse de l'Évaluation du rendement global et Vérification de l'optimisation des ressources (ERG-VOR), 30 octobre 2009, p. 2.

Pour 64 % des RP, la qualité de l'infrastructure financée par la FCI qui était en place au cours de l'exercice écoulé était à la fine pointe, tandis que pour 29 % d'entre eux, cette infrastructure demeurait très utile pour leurs travaux (tableau 7).

¹² Association des universités et des collèges du Canada. *En plein essor : édition 2008 du rapport sur la recherche universitaire et la mobilisation du savoir*, pages 45, 107 et 147.

Tableau 7 : Qualité de l'infrastructure opérationnelle*, 2010 (n=2 151)	
Qualité de l'infrastructure	% de projets
À la fine pointe	1 372 (64 %)
Toujours extrêmement utile pour la recherche, mais plus considérée comme étant de pointe	623 (29 %)
Utile comme outil favorisant la recherche et la formation	153 (7 %)
Obsolète et n'étant plus utile	3 (0 %)
Total	2 151 (100 %)

*Les pourcentages ne tiennent pas compte des réponses « Ne s'applique pas » (n=17).

Selon les RP, l'infrastructure financée par la FCI est le pilier de leurs installations; nombre d'entre eux ont affirmé que leur infrastructure rivalisait avec les meilleures dans le monde et qu'elle était un facteur clé dans l'établissement d'un cadre de recherche productif. Ils ont par ailleurs indiqué que la recherche de pointe qu'offrait l'infrastructure financée par la FCI constituait un pôle d'attraction pour le recrutement des talents du Canada et de l'étranger.

L'EMR a révélé que les investissements de la FCI et de ses partenaires ont donné lieu à une transformation fondamentale de la capacité technique et opérationnelle. Pour la plupart des thèmes de l'EMR, les comités d'experts qualifiaient l'infrastructure en place avant le financement initial de la FCI d'« utile comme outil favorisant la recherche et l'enseignement » ou « obsolète ». À présent, les capacités techniques (exactitude, limites, débit) de l'infrastructure sont jugées comme étant « à la fine pointe » ou « encore très utile » dans près de 95 % des cas (tableau 8), appuyant ainsi les constatations faites dans les RAP (tableau 7). Il en est de même pour les ressources opérationnelles (p. ex., superficie des installations, capacité d'utilisation ou soutien technique et professionnel) de l'infrastructure.

Tableau 8 : Capacité technique et opérationnelle de l'infrastructure, avant et après financement par la FCI, selon l'évaluation des comités d'experts de l'EMR* (2007-2010)				
Indicateur EMR	État de l'infrastructure			
	Obsolète	Utile	Très utile	À la fine pointe
Capacité technique				
Pré-FCI (n=17)	23 %	53 %	12 %	12 %
Actuelle (n=17)	0 %	6 %	23 %	71 %
Capacité opérationnelle				
Pré-FCI (n=17)	23 %	71 %	6 %	0 %
Actuelle (n=16)	0 %	0 %	31 %	69 %

*En pourcentage de toutes les cotes attribuées.

L'EMR a également montré que le regroupement des équipements complémentaires et la mise en commun de l'expertise technique pouvaient rehausser davantage l'accessibilité et la valeur des instruments, ainsi que la nature multidisciplinaire de la recherche.

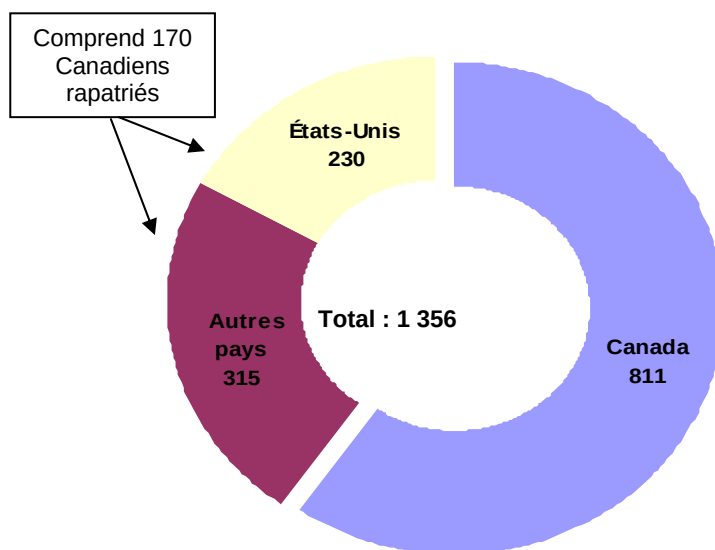
Même si le financement accordé par la FCI a doté les chercheurs d'une infrastructure à la fine pointe de la technologie, ceux-ci doivent surmonter plusieurs difficultés pour atteindre ou maintenir leur capacité de recherche. Les participants à l'EMR se sont fréquemment dits préoccupés par les contraintes de coûts liées à l'exploitation et à la maintenance (section 3.4.3) ainsi que par l'incertitude concernant la mobilisation de fonds équivalant au financement fourni par la FCI. Par exemple, au Canada, les provinces n'accordaient pas le même soutien à la recherche et à l'enseignement, et le versement de montants équivalant aux contributions de la FCI n'était pas toujours automatique. Par ailleurs, les contraintes d'espace et la conjoncture économique étaient également sujets de préoccupation pour les RP et les établissements. Les contraintes d'espace peuvent limiter l'expansion de la capacité de recherche dans certains établissements, et l'augmentation des coûts et les compressions budgétaires peuvent occasionner des perturbations ou des retards.

3.2.2 Recrutement et maintien en poste des chercheurs

L'infrastructure n'est pas suffisante en soi pour renforcer la capacité d'innovation; il est également essentiel de développer le capital humain. Les données et les points de vue recueillis dans le cadre des diverses activités d'évaluation de la FCI montrent que l'infrastructure financée par la FCI contribue stratégiquement au renforcement de la capacité des établissements à attirer et à maintenir en poste les chercheurs les plus talentueux au monde, ce qui constitue un objectif primordial de la FCI.

Selon ce qu'ont indiqué les RP dans leur RAP, la disponibilité de l'infrastructure a grandement influé sur la décision d'un grand nombre des 1 356 nouveaux chercheurs recrutés de se joindre à leur établissement. Plus de 40 % d'entre eux (545) ont été recrutés à l'étranger, dont 42 % aux États-Unis, les autres provenant principalement de l'Australie, de la France, de l'Allemagne et de la Chine. Trente et un pour cent des chercheurs recrutés à l'étranger étaient des Canadiens rapatriés (figure 2).

Figure 2 : Nombre de chercheurs recrutés, ventilé par pays d'origine, 2010 (n=2 167)



Les rapports d'EMR indiquent que l'infrastructure financée par la FCI a contribué à attirer de nouveaux professeurs-chercheurs, et ce, directement (financement provenant du Fonds des leaders) et indirectement (autres). Le recrutement à l'étranger a été important, et de nombreux Canadiens rapatriés figuraient au nombre des personnes recrutées. Dans 88 % des cas, les comités d'experts de l'EMR ont déterminé que l'incidence de la FCI sur le recrutement et le maintien en poste était « élevée » (35 %) ou « très élevée » (53 %); par ailleurs, plus de 80 % de ces comités ont également constaté que la masse critique avait été atteinte dans les thèmes pour lesquels ce paramètre avait été évalué.

Ces constatations sont corroborées par les résultats d'un sondage récent (ERG-VOR de 2009) qui révèle que 77 % des chercheurs (1 138 sur 1 483) ayant répondu au sondage reconnaissent que les projets de la FCI ont fortement ou très fortement influé sur leur décision de demeurer dans leur emploi actuel ou de se joindre à un établissement. Selon ce sondage, les quatre facteurs dominants en matière de recrutement et de maintien en poste sont l'infrastructure financée par la FCI, la disponibilité des fonds de recherche, les raisons personnelles et la qualité du milieu de la recherche au sein du département.

L'EMR et les RAP montrent que l'infrastructure financée par la FCI est un pôle d'attraction puissant pour le recrutement de professeurs à l'étranger, qui sont fréquemment source de financement de l'extérieur et qui apportent expertise, réputation et contacts internationaux. De même, le caractère concret et l'attrait technologique de l'infrastructure représentaient des outils de séduction utiles pour les RP (RAP), et étaient souvent mis en lumière lors de visites des installations organisées à l'intention de professeurs et d'étudiants éventuels.

« Sans le financement que fournit la FCI pour le recrutement de nouveaux professeurs, il est peu probable que l'Université Dalhousie aurait pu attirer et retenir autant de chercheurs, surtout si l'on tient compte de la vive concurrence sur le plan de l'embauche dans les domaines liés aux TIC. L'augmentation importante de l'effectif professoral a ainsi permis à l'université d'élargir de façon spectaculaire ses programmes des cycles supérieurs (et du premier cycle). »

Rapport du comité d'experts de l'EMR de l'Université Dalhousie, 13 et 14 novembre 2007 (disponible en anglais seulement), p. 2.

L'EMR et les RAP ont permis aux RP et aux établissements d'évoquer les difficultés liées au recrutement et au maintien en poste de chercheurs. La vive concurrence entre les établissements du monde entier et les récentes contraintes budgétaires font du recrutement et du maintien en poste des candidats les plus talentueux un défi constant, en particulier pour les petits établissements. Les initiatives de contrôle des dépenses se sont traduites par une diminution de l'embauche dans nombre d'établissements, soulevant ainsi des questions sur l'équilibre à long terme et la durabilité.

3.2.3 Multidisciplinarité

Les points de vue communs de chercheurs de plusieurs disciplines revêtent souvent une grande importance pour élargir et approfondir notre compréhension de questions complexes ou interdépendantes. La mise en valeur de la multidisciplinarité peut par conséquent être un puissant vecteur (outil habilitant important) de l'accroissement de la capacité, de l'innovation et de la compétitivité nationale en recherche et développement. Des thèmes comme le génie biomédical ou les nanotechnologies sont souvent multidisciplinaires en soi. Par exemple, le groupe de génie biomédical de l'Université de Calgary réunit des chercheurs de la Schulich School of Engineering et des facultés de kinésiologie, de médecine, de médecine vétérinaire, des sciences et des sciences infirmières, qui partagent les installations, collaborent aux projets de recherche et cosignent des articles. Selon les commentaires détaillés fournis dans les RAP, l'infrastructure a souvent servi de point de convergence pour la recherche multidisciplinaire. Il semble qu'une infrastructure qualifiée de calibre mondial ou intégrée dans un ensemble d'installations et d'équipements soit particulièrement utile pour promouvoir la recherche multidisciplinaire, peut-être parce que l'intégration de disciplines différentes nécessite souvent beaucoup de planification.

Dans 76 % des EMR, les comités d'experts ont jugé que les établissements avaient favorisé la multidisciplinarité dans une « large » ou « très large » mesure (tableau 9), et ils ont été aussi nombreux à déterminer que la valeur ajoutée était élevée ou très élevée. Par exemple, le Centre for Food and Soft Materials de l'Université de Guelph regroupait des chercheurs de domaines interreliés provenant de 11 départements et de cinq collèges, concrétisant ainsi la culture de multidisciplinarité de l'établissement sur les plans de la recherche et de l'enseignement.

Tableau 9 : Incidence de la FCI sur la multidisciplinarité, selon les comités d'experts de l'EMR* (2007-2010)					
Indicateur EMR	Très faible	Faible	Moyenne	Élevée	Très élevée
Mise en valeur délibérée de la multidisciplinarité par l'établissement (n=16)	0 %	12 %	12 %	38 %	38 %
Valeur ajoutée aux activités de recherche par la multidisciplinarité (n=17)	0 %	0 %	24 %	35 %	41 %

**En pourcentage de toutes les cotes attribuées.*

3.2.4 Compétitivité

Les sommes importantes investies par le gouvernement du Canada par le truchement de la FCI renforcent la compétitivité du secteur canadien de la recherche et du développement. Le rehaussement de la capacité en recherche est réalisé grâce à la mise en place de l'infrastructure moderne et de grande qualité nécessaire pour maintenir les installations de recherche du Canada à l'avant-scène. Cette capacité bonifiée contribue non seulement à accroître la mesure dans laquelle les établissements canadiens forment, attirent et maintiennent en poste les meilleurs chercheurs du monde et tirent profit des synergies découlant de la multidisciplinarité, mais accroît également la productivité des chercheurs (section 4.4).

Un sondage réalisé dans le cadre de l'ERG-VOR révèle que les RP, les utilisateurs de ces projets et les chefs de département croient que la productivité en matière de recherche a beaucoup changé au Canada, passant de « bonne » avant la création de la FCI à « excellente » après la création de celle-ci, en moyenne. Les comités d'experts de l'EMR ont aussi jugé que les investissements de la FCI (et les investissements connexes de ses partenaires) avaient eu une incidence « élevée » (40 %) ou « très élevée » (60 %) sur la compétitivité globale de la recherche pour tous les thèmes recensés par l'EMR (n=16). Pour près des deux tiers des thèmes visés, il a par ailleurs été estimé que les activités de recherche étaient concurrentielles sur la scène internationale.

Parmi les groupes de recherche ayant une réputation internationale figurent, à titre d'exemple, les groupes de recherche en génomique et en génétique humaine de L'hôpital pour enfants de Toronto; NEPTUNE, le réseau sous-marin câblé de l'Université de Victoria; et le projet de recherche sur les sables bitumineux Helmholtz-Alberta, entrepris en partenariat par l'Université de l'Alberta et l'Institut Helmholtz de l'Allemagne.

3.3 PERSONNEL HAUTEMENT QUALIFIÉ

Les constatations présentées dans cette section montrent que l'infrastructure financée par la FCI fournit un excellent cadre de formation partout au Canada et donne accès à une infrastructure et à des programmes de recherche multidisciplinaires de calibre mondial. Ces ressources ont attiré des milliers de nouveaux stagiaires dans les établissements de recherche canadiens, permis la formation pratique de près de 30 000 travailleurs hautement qualifiés et techniciens, et accru les occasions et les capacités en matière de recherche du Canada.

En 2010, l'OCDE a déclaré que les personnes sont au centre du processus d'innovation. Dans une économie qui est de plus en plus fondée sur le savoir, l'acquisition de nouvelles connaissances grâce à la recherche est essentielle dans un contexte de concurrence, et ceux qui ont une formation de chercheurs jouent un rôle important à cet égard. L'infrastructure scientifique est fondamentale pour la formation et l'avancement de la recherche, surtout dans des domaines comme les sciences de la santé, les sciences naturelles et le génie, qui sont fortement tributaires d'infrastructures de pointe pour demeurer à l'avant-garde de la recherche internationale. Cette infrastructure joue aussi un rôle important dans les domaines des sciences humaines et sociales, notamment pour ce qui est des bases de données et des médias numériques.

Les constatations contenues dans la présente section s'appuient sur des données portant sur la formation du personnel hautement qualifié (PHQ), le recrutement de la prochaine génération de PHQ et l'importance et la qualité du cadre de formation.

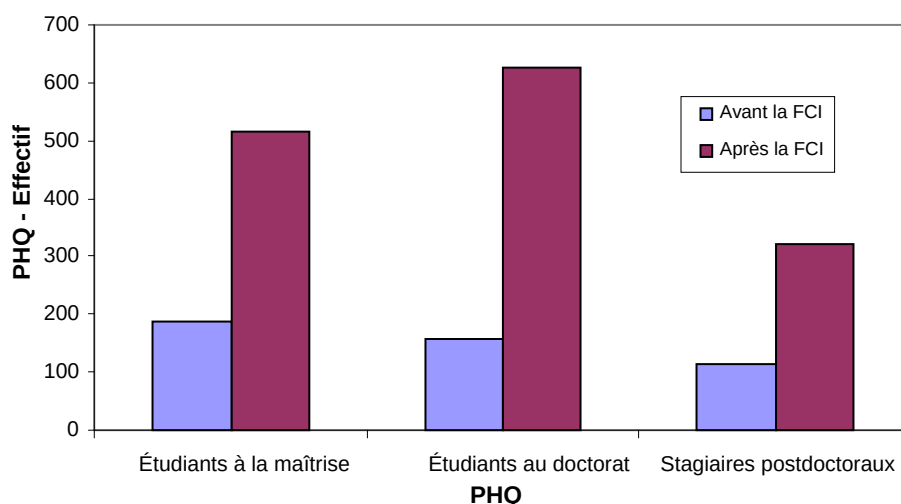
3.3.1 Formation du PHQ

Le PHQ comprend les candidats à la maîtrise et au doctorat, les stagiaires postdoctoraux, les étudiants de premier cycle participant à des travaux de recherche et les techniciens de recherche. Les RP ont mentionné que pour 2009-2010, les projets financés par la FCI avaient fourni de la formation et une expérience de recherche à plus de 32 000 membres du PHQ (tableau 10).

Tableau 10 : PHQ utilisant l'infrastructure financée par la FCI, 2010 (n=2 433)	
	Dans l'affirmative, combien?
Stagiaires postdoctoraux	3 942
Étudiants au doctorat	7 416
Étudiants à la maîtrise	7 956
Étudiants de premier cycle	6 889
Techniciens	6 209
Total	32 412

Dans le cas de 86 % des projets financés par la FCI ayant produit des RAP, l'infrastructure financée par la FCI a servi comme principale ressource pour les projets de recherche des étudiants. Les rapports d'EMR ont fait état d'augmentations substantielles du nombre de membres du PHQ formés dans ces établissements au cours de la décennie pendant laquelle la FCI leur a versé un financement. Le nombre d'étudiants effectuant des stages de recherche est 2,5 fois plus élevé pour les étudiants en maîtrise, 4 fois plus élevé pour les étudiants au doctorat et 2,8 fois plus élevé pour les stagiaires postdoctoraux (figure 3).

Figure 3 : Nombre de stagiaires de recherche par année* (2007-2010) (n=13)



*D'après l'EMR

3.3.2 Attirer la prochaine génération de PHQ

Les RAP ont révélé que l'infrastructure financée par la FCI était un facteur important et souvent déterminant qui influait sur la décision des étudiants concernant l'emplacement où ils poursuivraient leurs études et leurs travaux de recherche, surtout aux cycles supérieurs. Au cours du dernier exercice, près de 8 700 nouveaux étudiants de cycles supérieurs (maîtrise, doctorat et postdoctorat) ont été attirés par des laboratoires et des installations ayant une telle infrastructure. L'EMR indique par ailleurs que dans près de 90 % des cas, la FCI avait eu une influence « importante » ou « très importante » sur la réputation du programme de formation, ainsi que sur la qualité des stagiaires et du cadre de formation (tableau 11).

Tableau 11 : Influence de la FCI sur le PHQ, selon l'évaluation des comités d'experts de l'EMR* (2007-2010)					
Indicateur EMR	Très faible	Faible	Moyenne	Importante	Très importante
Influence sur la qualité des stagiaires (n=11)	0 %	0 %	9 %	73 %	18 %
Influence sur la qualité de la formation (n=16)	0 %	6 %	6 %	57 %	31 %
Influence sur la réputation et la compétitivité des programmes de formation (n=10)	0 %	0 %	10 %	70 %	20 %

*En pourcentage de toutes les cotes attribuées.

Les éléments liés à l'infrastructure sont particulièrement importants pour ceux qui ont le plus large éventail de choix (par exemple, les étudiants recevant des bourses d'études supérieures nationales). L'EMR a révélé que les stagiaires les plus qualifiés et les plus talentueux étaient attirés par les milieux de formation en recherche qu'offraient les installations financées par la FCI. Les bourses d'études ou de recherche prestigieuses ou le nombre élevé de candidats pour une offre de formation limitée sont autant

d'indicateurs de la qualité du PHQ. Par exemple, au moins 50 % des étudiants du groupe de neurosciences de l'Université McGill bénéficient de bourses d'études supérieures tandis que, dans le programme sur les nanotechnologies de l'Université de Toronto, on recense, selon l'EMR, au moins 20 candidatures pour chaque poste aux cycles supérieurs.

3.3.3 Importance et qualité du cadre de formation

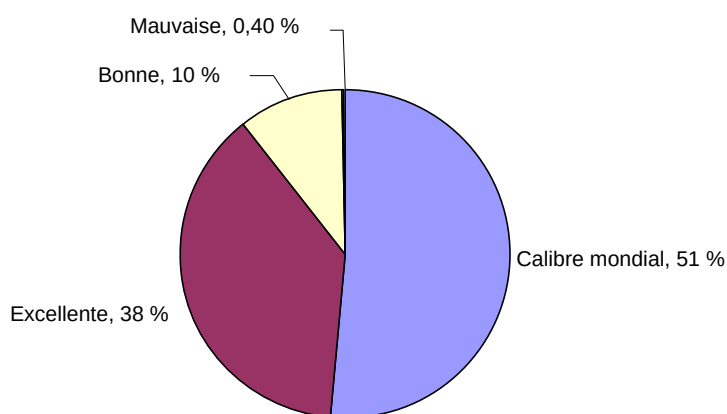
La qualité du milieu de recherche joue un rôle important dans la formation de la prochaine génération de chercheurs, ainsi que dans le perfectionnement du personnel de soutien à la recherche. L'accès à une infrastructure et à des équipements modernes est un facteur déterminant, car il contribue au dynamisme, à la compétitivité et à la productivité des chercheurs, tout en offrant des possibilités d'avant-garde à l'égard des activités de recherche et d'apprentissage qui favorisent l'acquisition de compétences et l'employabilité du PHQ.

Grâce à l'infrastructure financée par la FCI, le PHQ a accès à une infrastructure de pointe pour ses recherches et sa formation. Selon 89 % des plus de 2 400 RAP, la qualité de l'infrastructure à des fins de formation était jugée excellente ou de calibre mondial (figure 4).

« L'infrastructure financée par la FCI a eu un impact profond sur le milieu de la formation au sein des établissements. La cote de la formation est passée de 'passable' ou 'bonne' pour la période pré-FCI à 'excellente' aujourd'hui. »

KPMG. Analyse de l'Évaluation du rendement global et Vérification de l'optimisation des ressources (ERG-VOR), 30 octobre 2009, p. 3.

Figure 4 : Qualité de l'infrastructure aux fins de la formation, 2010 (n=2 226)



Les RAP ont fait état d'un certain nombre d'avantages liés à la formation. L'infrastructure est souvent un atout pour attirer des étudiants (et des professeurs), comme l'ont mentionné des établissements de toutes tailles, y compris de petites universités comme celles de l'Île-du-Prince-Édouard, de Trent, de Brandon et de Lethbridge.

L'infrastructure financée par la FCI permet aux étudiants d'entreprendre une vaste gamme de travaux de recherche, visant fréquemment des sujets nouveaux. Une infrastructure de pointe donne aux étudiants une longueur d'avance pour leurs travaux de recherche en leur permettant, par exemple, de s'attaquer à des problèmes au moyen de modèles plus robustes et plus réalistes. Les RAP mentionnent souvent l'importance que revêtent la précision analytique (microanalyse isotopique et géochronologie à l'Université de l'Alberta) et la rapidité (analyse à haut débit à l'Université de la Colombie-Britannique). Pour les étudiants, la combinaison rapidité-précision ouvre la voie à de nombreuses possibilités nouvelles.

en matière de recherche (biologie des systèmes et génomique structurale à l'Université de Toronto – University Health Network).

L'infrastructure fournit aussi aux étudiants un cadre et un centre de liaison pour le mentorat et le travail en équipe. Par exemple, le rapport sur le projet d'infrastructure robotique entrepris à l'Université de Sherbrooke indique que la recherche s'appuyant sur l'infrastructure est « riche en termes d'échanges et d'entraide ».

Certains projets sont conçus tout particulièrement pour favoriser et accroître la collaboration et les échanges au sein des établissements et entre ceux-ci, comme en témoigne l'exemple d'Application des connaissances Canada. Arrimé par son infrastructure à l'Hôpital d'Ottawa, au Hamilton Health Sciences et à l'Hôpital St. Michael's, de Toronto, Application des connaissances Canada est un réseau national de recherche dont l'objectif est de veiller à ce que les résultats de la recherche soient appliqués « au chevet du patient et dans les décisions prises en matière de santé »¹³.

Les rapports d'avancement de projet notent également que l'expérience acquise grâce à l'infrastructure financée par la FCI procure aux étudiants des compétences de pointe qu'ils peuvent commercialiser, souvent dans de nouveaux domaines créateurs d'emplois (par exemple : formation interdisciplinaire au laboratoire de génie des tissus cardiovasculaires de l'Université Western Ontario, qui permet d'acquérir des compétences dans le domaine de la biotechnologie et des appareils médicaux).

Dans le cas d'infrastructures développées dans le milieu de la santé, les compétences et l'expérience acquises par les étudiants sont souvent d'ordre clinique en même temps que liées à la recherche. Par exemple, à l'Université de la Colombie-Britannique, le Blusson Spinal Cord Centre et l'International Collaboration On Repair Discoveries permettent aux étudiants de poursuivre des recherches tout en acquérant de l'expérience clinique dans la conception de traitements efficaces pour les lésions médullaires. Dans les laboratoires de l'Institut de Cardiologie de Montréal, les résidents et « fellows » médicaux profitent maintenant des possibilités d'apprentissage de la pharmacogénomique et des technologies en lien avec la génomique à l'occasion de stages de formation médicale.

¹³ Voir à ce sujet : <http://www.ohri.ca/newsroom/newsstory.asp?ID=173> (30 avril 2009)

3.4 ACCROISSEMENT DE LA PRODUCTIVITÉ DE LA RECHERCHE

Les constatations présentées dans cette section montrent que les chercheurs utilisent intensivement l'infrastructure financée par la FCI et que cela a une incidence sur la quantité et la qualité des extraits de la recherche ainsi que sur les collaborations des RP en matière de recherche. Tant l'utilisation de l'infrastructure que les efforts de collaboration des chercheurs mettent à contribution divers membres du milieu de la recherche, depuis des collègues universitaires jusqu'aux partenaires du secteur privé, et ce, à tous les niveaux (de local à international).

Un nombre croissant d'études portent à croire que l'échange de connaissances et d'information ainsi que l'établissement de liens véritables entre les trois principaux secteurs de financement et de réalisation de l'innovation (santé, génie et sciences naturelles, sciences humaines et sociales) contribuent de manière significative au succès d'un système national d'innovation, surtout comme mécanisme de transfert de la science et de la technologie dans la sphère commerciale¹⁴. Selon la stratégie fédérale en matière de sciences et de technologie : « les partenariats sont essentiels pour transformer les efforts du Canada en réussites de classe internationale et pour accélérer le rythme des découvertes et de la commercialisation au Canada. Grâce aux partenariats, les capacités, les intérêts et les ressources des diverses et différentes parties peuvent être mis en commun pour produire de meilleurs résultats »¹⁵.

« La quantité d'activités de recherche menées au Canada, et leur calibre, sont très supérieurs en 2009 à ce qu'ils étaient en 1990 (comme l'indique une étude menée en 1990 par le CRSNG). »

KPMG. Analyse de l'Évaluation du rendement global et Vérification de l'optimisation des ressources (ERG-VOR), 30 octobre 2009, p. 2.

Les constatations contenues dans cette section présentent des données sur les extraits de recherche, le réseautage et la collaboration, ainsi que sur l'utilisation de l'infrastructure.

3.4.1 Extraits de recherche

Les premiers résultats de recherche prennent habituellement la forme de publications et de présentations. Les scientifiques ont aussi recours à d'autres moyens de communication (journaux de sources ouvertes, entrevues avec les médias) aux fins de diffusion et de sensibilisation. L'an dernier, 89 % des RP ont déclaré que l'infrastructure financée par la FCI avait donné lieu à la production de 31 371 extraits, notamment :

- 14 841 (47 %) présentations à des congrès;
- 13 805 (44 %) articles revus par des pairs;
- 420 (1 %) livres;
- 2 305 (7 %) extraits de recherche divers (chapitres de livre, entrevues radiophoniques ou télévisées, cours universitaires et ateliers).

L'EMR donne un aperçu plus complet de la productivité de la recherche en tenant compte non seulement de la quantité d'extraits, mais aussi de leur qualité, grâce à des indicateurs comme l'effet des publications dans lesquels ces résultats sont publiés et l'attestation de l'influence de celles-ci, selon le nombre de citations qui y sont liées. Les prix prestigieux et les invitations à assumer un rôle

¹⁴ Conseil des sciences, de la technologie et de l'innovation. *L'état des lieux en 2008 – le système des sciences, de la technologie et de l'innovation au Canada*, septembre 2008.

¹⁵ Gouvernement du Canada. *Réaliser le potentiel des sciences et de la technologie au profit du Canada*, 2007.

important lors de réunions internationales de haut niveau en sont d'autres preuves éloquentes. Dans l'ensemble, les comités d'experts de l'EMR ont jugé que l'infrastructure financée par la FCI avait une incidence allant d'« importante » à « très importante » sur la quantité des travaux de recherche et la qualité de la recherche réalisés dans les établissements étudiés (tableau 12).

Tableau 12 : Incidence de la FCI sur la productivité de la recherche, selon l'évaluation des comités d'experts de l'EMR* (2007-2010)					
Indicateur EMR	Très faible	Faible	Moyenne	Importante	Très importante
Incidence sur la quantité des travaux de recherche (n=16)	0 %	0 %	31 %	31 %	38 %
Incidence sur la qualité de la recherche (n=17)	0 %	0 %	18 %	47 %	35 %

*En pourcentage de toutes les cotes attribuées.

De nombreux chercheurs ont aussi constaté que l'enrichissement de la formation du PHQ constituait un résultat fondamental de leurs activités. L'apport des chercheurs sur ce plan comprend la création de nouveaux programmes scientifiques (premier cycle ou cycles supérieurs, programmes multidisciplinaires), l'élaboration de séminaires sur des sujets thématiques et le financement de la participation d'étudiants à des congrès nationaux et internationaux.

3.4.2 Réseautage et collaboration

Les chercheurs se livrent habituellement à des activités de collaboration et de réseautage afin de faire progresser leur recherche ou de l'appliquer grâce au transfert et au partage des connaissances, de l'expertise et des compétences. Ces liens peuvent permettre une plus grande intégration avec le milieu universitaire et les utilisateurs finaux, et favoriser une augmentation de la productivité et des retombées de la recherche.

En tout, 738 RP ont déclaré avoir conclu 2 640 ententes formelles de collaboration de recherche. Les ententes portent principalement sur les collaborations de recherche (53 %) et les contrats de recherche (39 %). Même si les ententes formelles de collaboration avec des chercheurs à l'étranger étaient répandues (23 %), la plupart de ces ententes visent des collaborateurs du Canada (77 %). De même, une étude spéciale sur l'impartition de la recherche a révélé que plus de 16 % des contrats provenaient d'organisations étrangères et 84 % d'organisations canadiennes. La valeur des contrats étrangers dépassait de loin leur proportion au sein de l'échantillon étudié puisqu'ils représentent environ 31 % de la valeur globale des contrats de recherche.

En outre, une récente enquête de Statistique Canada a établi la valeur des contrats de recherche au Canada à près de 2 G\$ pour 2008¹⁶, soulignant ainsi que l'impartition de la recherche procure à présent plus de fonds aux universités et aux hôpitaux que tout organisme subventionnaire, tandis que l'exportation de services par le truchement de ces contrats soutient des centaines d'emplois liés à la recherche au Canada. *Research Money* note également dans un numéro récent que l'augmentation constante de l'impartition de la recherche constatée dans les enquêtes successives de Statistique Canada – dont la valeur est passée de 289 M\$ en 1998 à 1,97 G\$ en 2008 – correspond aux

¹⁶ Statistique Canada. *Enquête sur la commercialisation de la propriété intellectuelle dans le secteur de l'enseignement supérieur*, 2010.

investissements que fait le Canada dans les talents et l'infrastructure de recherche depuis la fin des années 1990¹⁷.

Nombre de RP ont observé que l'infrastructure permettait un plus vaste réseautage et une plus grande collaboration tant à l'échelle locale qu'internationale, ainsi qu'avec d'autres secteurs. La disponibilité d'une infrastructure de calibre mondial est fréquemment mentionnée comme point de convergence pour le réseautage et la collaboration. Par exemple, le RAP concernant le brise-glace Amundsen indique que les chercheurs qui participent au projet forment un réseau qui pourrait donner lieu à de futures collaborations internationales pour l'étude de l'océan Arctique. Le laboratoire international de recherche sur le cerveau, la musique et le son (BRAMS) à l'Université de Montréal constitue un autre exemple d'infrastructure servant de point de convergence pour la collaboration internationale et interdisciplinaire, car il offre la meilleure infrastructure au monde pour mener des recherches expérimentales dans le domaine de la neuroscience de la cognition auditive¹⁸. De plus, 77 % des RP ont déclaré que l'infrastructure financée par la FCI jouait un rôle essentiel dans l'amélioration des possibilités de collaborations informelles en matière de recherche.

Les rapports d'EMR fournissent aussi certains exemples de réseaux et de liens formels et informels, notamment de grands projets nationaux et internationaux de collaboration dans le cadre desquels des RP canadiens agissaient à titre de chercheurs principaux. Pour la plupart des thèmes, les comités d'experts ont évalué comme « élevé » le degré selon lequel les chercheurs établissaient des réseaux et des collaborations externes, et comme « très élevé » le degré d'influence de la FCI sur les partenariats formels avec des utilisateurs finaux (tableau 13). Parallèlement, la valeur ajoutée découlant d'activités externes de réseautage et de collaboration (tant formelles qu'informelles) pour la recherche ou le développement d'applications à l'intention d'utilisateurs a été jugée « élevée » (53 %) ou « très élevée » (29 %) par les comités d'experts (tableau 13).

Tableau 13 : Activités de réseautage et de collaboration des utilisateurs de l'infrastructure, selon l'évaluation des comités d'experts de l'EMR* (2007-2010)					
Indicateur EMR	Très faible	Faible	Moyen	Élevé	Très élevé
Degré actuel de réseautage et de collaboration externes (n=17)	0 %	5 %	24 %	59 %	12 %
Degré d'influence sur le nombre et l'importance des partenariats et sur leurs contributions financières (n=17)	0 %	0 %	0 %	24 %	76 %
Valeur ajoutée par les activités de réseautage et de collaboration externes, tant formelles qu'informelles (n=17)	0 %	6 %	12 %	53 %	29 %

**En pourcentage de toutes les cotes attribuées.*

3.4.3 Utilisation de l'infrastructure

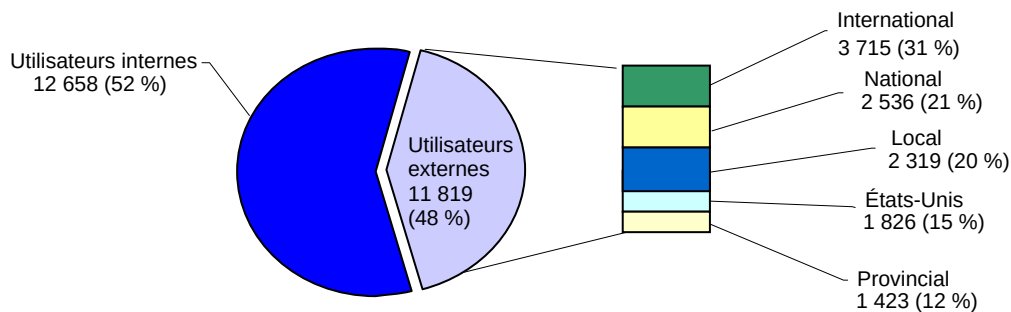
L'offre et l'utilisation optimale d'installations et d'équipements modernes sont des facteurs essentiels à l'amélioration de l'efficacité, de la compétitivité et de la qualité de la recherche. Au cours du dernier exercice, les RP ayant déclaré que leur infrastructure financée par la FCI était opérationnelle en tout ou

¹⁷ *Research Money*, vol. 24, n° 14, 23 septembre 2010.

¹⁸ Rapport d'avancement de projet du Laboratoire international de recherche sur le cerveau, la musique et le son (BRAMS), 2010.

en partie ont indiqué que 24 477 chercheurs avaient fait progresser leurs travaux de recherche grâce à ces installations et à ces équipements. Comme l'illustre la figure 5, 52 % des utilisateurs proviennent de l'établissement hébergeant l'infrastructure, tandis que 48 % des utilisateurs proviennent de l'extérieur :

Figure 5 : Utilisateurs de l'infrastructure de recherche, 2010 (n=2 167)



Les constatations tirées de l'EMR ont révélé que l'infrastructure est généralement bien partagée à l'interne. Cependant, la mesure dans laquelle elle était accessible pour les utilisateurs externes variait selon le thème et l'établissement. Au nombre des caractéristiques favorisant l'utilisation externe de l'infrastructure, le regroupement des équipements dans des installations multidisciplinaires et multi-utilisateurs était une des plus importantes, car il permet une utilisation plus efficace des ressources financières et humaines.

Le laboratoire 4D LABS de l'Université Simon Fraser illustre bien les avantages que procure l'infrastructure financée par la FCI aux utilisateurs externes du secteur privé. Ces installations de fabrication fournissent aux entreprises locales un moyen économique d'accéder à une infrastructure de fabrication et de caractérisation de pointe essentielle pour le développement de leurs produits. Pour les entreprises établies à Vancouver, l'accès à ces installations élimine la nécessité d'investir dans des équipements coûteux et leur permet de profiter de l'expertise des scientifiques et des ingénieurs de renommée mondiale qui sont en poste à l'université.

L'étude récente portant sur le transfert des connaissances grâce à l'impartition de la recherche a révélé que les entreprises octroient aux universités entre 25 % et 30 % de tous les contrats de recherche attribués, et ce, tant en nombre qu'en valeur. Les entreprises privées ayant conclu des contrats de recherche ont mentionné, lors des entrevues réalisées aux fins de l'étude, que l'accès à une expertise et à une infrastructure de premier ordre en matière de recherche, la possibilité d'évaluer les candidats éventuels au recrutement (PHQ), et l'indépendance et la crédibilité des professeurs-chercheurs étaient des facteurs importants qui intervenaient dans leur décision de collaborer avec les universités.

Compte tenu de l'ouverture manifestée à l'égard du partage de l'infrastructure financée par la FCI avec une vaste gamme d'utilisateurs – et malgré le fait que près de 30 % des RP qualifient de difficiles l'exploitation et la maintenance de l'infrastructure (tableau 14) – la plupart de ceux-ci ont signalé que l'infrastructure était « pleinement utilisée » (73 %) ou qu'elle « n'arrivait pas à satisfaire à la demande » (11 %).

Tableau 14: Exploitation et maintenance de l'infrastructure*, 2010 (n=2 167)		
	Capacité d'obtenir du financement (% de projets)	Capacité d'attirer et de maintenir en poste du personnel qualifié (% de projets)
Facile	354 (16 %)	551 (25 %)
Raisonnement facile	1 209 (56 %)	1 126 (52 %)
Difficile	430 (20 %)	309 (14 %)
Très difficile	174 (8 %)	181 (8 %)
Total	2 167 (100 %)	2 167 (100 %)

**Seuls les RP ayant qualifié leur infrastructure d'opérationnelle ont été invités à évaluer ces facteurs.*

Pour l'instant, les efforts déployés par un certain nombre de RP afin d'obtenir des revenus des utilisateurs internes et externes de l'infrastructure au moyen des travaux de recherche en collaboration, des contrats de recherche et des frais d'utilisation ont fourni de précieux fonds aux fins de l'exploitation et de la maintenance. Les revenus provenant uniquement des utilisateurs finaux auraient totalisé plus de 60 M\$ au cours du dernier exercice, selon les RP. Par ailleurs, de nombreux établissements font l'éloge du Fonds d'exploitation des infrastructures (FEI) de la FCI pour l'aide qu'il leur a offerte au sujet du financement des activités d'exploitation et de maintenance. Toutefois, un récent rapport d'EMR signale que l'incertitude concernant les questions d'exploitation et de maintenance est une préoccupation croissante pour un grand nombre d'établissements. Les fonds du FEI, générés par les projets plus anciens financés par la FCI, s'épuisent peu à peu et l'infrastructure perd son statut d'infrastructure de pointe, ce qui menace la collecte de revenus connexes auprès des utilisateurs externes. L'utilisation à long terme et la durabilité des investissements de la FCI, ainsi que l'incidence de ces éléments sur la capacité et la productivité de la recherche, deviennent ainsi des sujets d'inquiétude.

4.0 MEILLEURES PRATIQUES CONCERNANT LES RÉSULTATS DE LA RECHERCHE

L'infrastructure financée par la FCI a facilité et appuyé la réalisation d'une grande variété de résultats, retombées et avantages pour le Canada. Même si les réussites en recherche se concrétisent de nombreuses façons, les installations de recherche et les projets les plus fructueux partagent plusieurs caractéristiques clés. Les meilleures pratiques comprennent notamment des plans de recherche stratégiques qui intègrent à la fois les priorités internes des établissements et les priorités externes de la région ou de la province; des installations de recherche intégrées et multidisciplinaires accessibles à divers utilisateurs; l'établissement d'un réseau de chercheurs et de partenaires provenant de tous les secteurs d'une région afin de répondre à des besoins et intérêts communs.

Les constatations de cette section présentent des données sur les plans de recherche stratégiques, l'effet de regroupement et l'effet organisationnel, ainsi que l'effet régional et l'effet lié aux réseaux de connaissances.

4.1 Plans de recherche stratégiques

L'approche de la FCI a pour caractéristique particulière d'exiger que les établissements élaborent un plan de recherche stratégique (PRS) qui servira à évaluer les propositions d'infrastructure. La FCI (et, par la suite, le programme des Chaires de recherche du Canada) a été le premier grand programme fédéral de financement à imposer cette exigence, qui a incité les établissements à penser stratégiquement à la façon de maximiser les retombées et l'utilisation efficiente de leur infrastructure de recherche.

« Il y a eu un impact énorme sur la qualité des Plans de recherche stratégiques des établissements. »

KPMG. Analyse de l'Évaluation du rendement global et Vérification de l'optimisation des ressources (ERG-VOR), 30 octobre 2009, p. 2.

La FCI a eu une incidence considérable sur la planification stratégique de la recherche dans la plupart des établissements faisant l'objet des EMR. Pour la plupart des établissements, la qualité du processus d'élaboration de ces plans est passée de « très faible/faible » à « forte/très forte » dans l'espace d'environ une dizaine d'années de financement par la FCI (tableau 15). L'incidence des investissements de la FCI sur la réalisation des objectifs du PRS est jugée importante.

Tableau 15 : Incidence du financement de la FCI sur les PRS des établissements, selon l'évaluation des comités d'experts de l'EMR* (2007-2010)					
Indicateur EMR	Très faible	Faible	Moyenne	Forte	Très forte
Qualité du processus d'élaboration du PRS avant la FCI (n=17)	6 %	64 %	24 %	6 %	0 %
Qualité actuelle du processus d'élaboration du PRS (n=17)	0 %	6 %	29 %	41 %	24 %
Incidence de la FCI sur les modifications au processus d'élaboration du PRS (n=17)	0 %	0 %	12 %	47 %	41 %
Incidence sur la réalisation des objectifs du PRS de l'établissement (n=17)	0 %	0 %	18 %	59 %	23 %

*En pourcentage de toutes les cotes attribuées.

Les PRS sont établis en fonction de la vision interne des facultés et de l'établissement et, le plus souvent, du bureau du vice-président à la recherche et des doyens des facultés. Toutefois, des facteurs externes exercent également une influence sur la vision de l'établissement au chapitre de ses priorités de recherche et d'investissement, et dans 76 % des établissements recensés par l'EMR (n=17), ces facteurs avaient une influence « forte/très forte ». Les possibilités économiques régionales et les priorités ou politiques des gouvernements provinciaux sont les principaux facteurs. Par exemple, l'intérêt de la Saskatchewan pour les technologies de captage du dioxyde de carbone (CO₂) et l'importance accordée par le Québec aux systèmes de santé ont eu une incidence importante sur les plans de l'Université de Regina et de l'Université de Montréal, respectivement. Les besoins et les intérêts de petites et moyennes entreprises locales ou régionales (par exemple, pour le développement, par l'Université de Regina, de technologies de captage du CO₂ pour les sociétés pétrolières du sud de la Saskatchewan) ont aussi eu une incidence.

Il existe des preuves solides que les établissements répondent aux priorités établies dans leur PRS en affectant des fonds importants aux ressources financières et humaines, y compris les postes offerts par les Chaires de recherche du Canada, les nouvelles recrues ciblées et les chaires de recherche internes (tableau 16). Même si la proportion des fonds alloués diffère selon les établissements, il y a généralement concordance entre les investissements de la FCI et ceux des établissements : plus la FCI investit dans un thème de recherche, plus l'affectation de ressources humaines est importante.

Tableau 16 : Ressources humaines et investissements financiers dans des domaines prioritaires des PRS, selon l'évaluation des comités d'experts de l'EMR* (2007-2010)					
Indicateur EMR	Très faible	Faible	Moyen	Élevé	Très élevé
Nombre de Chaires de recherche du Canada ciblées pour le thème par rapport à l'ensemble de l'établissement (n=16)	0 %	0 %	19 %	31 %	50 %
Nombre de nouveaux professeurs-chercheurs embauchés par rapport à l'ensemble de l'établissement (n=17)	0 %	18 %	12 %	35 %	35 %
Autre financement de la recherche par l'établissement pour le thème (n=16)	6 %	13 %	13 %	37 %	31 %

**En pourcentage de toutes les cotes attribuées.*

La planification adéquate des PRS constitue un élément essentiel à la réussite d'un grand nombre de thèmes de l'EMR. Le rapport sommaire de l'EMR réalisé en 2008¹⁹ indique que les établissements ayant obtenu des résultats particulièrement favorables avaient délibérément et expressément mis en œuvre des plans comprenant des activités de recherche, de formation et de transfert des connaissances et des technologies dans des installations intégrées.

4.2 Effet de regroupement et effet organisationnel

Effet de regroupement : Certaines caractéristiques communes renforcent les retombées des projets de recherche. L'une de ces caractéristiques est l'« effet de regroupement » qui résulte du pouvoir collectif d'un ensemble intégré d'équipements de pointe, hébergés habituellement dans des installations construites sur mesure et situées de manière à en maximiser l'accessibilité de même que les effets multidisciplinaire et multisectoriel. Le laboratoire 4D LABS à l'Université Simon Fraser, soit une installation multidisciplinaire en sciences des matériaux à laquelle les chercheurs et les entreprises

¹⁹ Pour de plus amples renseignements, suivre le lien suivant : www.innovation.ca/fr/evaluation/outcome-measurement-study-oms

locales ont librement accès, constitue un excellent exemple de l'effet de regroupement. Les partenaires de l'entreprise privée sont attirés par la présence de chercheurs ayant une expertise pertinente dans le domaine visé et un accès à de nouvelles technologies de pointe (masse critique d'équipement et de personnel). Cet effet maximise les avantages pour les utilisateurs (y compris le PHQ), accroît la multidisciplinarité et permet la réalisation d'économies au chapitre de l'exploitation et de la maintenance de l'infrastructure.

Effet organisationnel : Les établissements qui ont délibérément structuré leurs priorités en matière de recherche ainsi que leurs activités de formation et de transfert des connaissances et des technologies liées à l'innovation en fonction de telles installations multi-utilisateurs centralisées peuvent contribuer à amplifier l'effet de regroupement. Dans le cas de l'« effet organisationnel », la planification délibérée de diverses activités en fonction des installations principales joue un rôle déterminant dans la croissance d'un domaine de recherche et la réalisation des résultats de recherche. L'Institut de cardiologie de Montréal a, par exemple, créé un centre très prisé pour la coordination des essais cliniques réalisés dans différents centres au pays et à l'étranger. L'Université de Montréal a conjugué les multiples investissements effectués dans ce centre, notamment des fonds institutionnels (plus de 40 M\$), le financement provenant du gouvernement provincial et un milieu de formation interactif pour permettre à nombre de stagiaires de participer aux essais cliniques. Une telle initiative donne lieu à l'établissement de vastes partenariats avec les professionnels de la santé et le secteur pharmaceutique.

4.3 Effet régional et effet lié aux réseaux de connaissances

Effet régional : Les établissements peuvent mobiliser encore plus de capitaux en améliorant la coordination au niveau régional. Ils faut pour cela établir des partenariats en recherche et en enseignement avec d'autres établissements universitaires, avec des organisations fédérales et provinciales et avec le secteur privé. Une telle collaboration peut également prévoir la prestation de services évolués et complets au public (par exemple, des soins de santé dans des hôpitaux de recherche) et à des groupes sociaux et économiques précis (tels les agriculteurs), dont les membres peuvent fournir des commentaires et des points de vue pouvant contribuer à développer davantage la recherche et les services (par exemple, des autodéclarations de patients sur l'efficacité de traitements pour des troubles comme l'arthrite)²⁰.

Les travaux de recherche et les services peuvent servir à alimenter un effet de regroupement local ou régional comportant l'offre de produits et de services nouveaux et améliorés à un large éventail d'organisations interdépendantes. Le pôle pharmaceutique de Montréal, qui est renforcé par l'effet conjugué des investissements de la FCI et du Centre d'excellence en médecine personnalisée (CEPMED), l'un des centres d'excellence en commercialisation et en recherche, en est un bon exemple. En utilisant l'infrastructure financée par la FCI, comme le Centre pharmacogénomique Beaulieu-Saucier de l'Université de Montréal, le CEPMED conçoit et commercialise des produits et des services permettant d'adapter le traitement médical au profil génétique des patients.

Effet lié aux réseaux de connaissances : Grâce à Internet, l'infrastructure de recherche est de plus en plus mise en réseau : les chercheurs collaborent entre eux et échangent de l'information; les bases de données et les ressources informatiques sont partagées (par exemple, pour le calcul de haute performance); le grand public est sensibilisé (par exemple, le réseau d'observation sous-marin NEPTUNE est relié à l'Internet). L'utilisation accrue de réseaux s'observe particulièrement dans le cas des projets liés aux sciences humaines et sociales.

Le Musée d'anthropologie à l'Université de la Colombie-Britannique illustre bien l'effet régional et l'effet lié aux réseaux de connaissances. Son infrastructure, conçue pour appuyer les projets de recherche en collaboration avec les collectivités amérindiennes, comprend un nouveau pavillon de recherche au musée et des postes de recherche dans les collectivités partenaires, qui s'interrelient grâce à un réseau de recherche réciproque regroupant 15 musées et établissements et plus de 700 chercheurs,

²⁰ Exemple : Université de Toronto/Réseau universitaire de santé. Post-Marketing Surveillance Infrastructure for Arthritis: Supporting the optimal use of therapies and best practices for rheumatologic care in Canada.

membres de collectivités et spécialistes des musées participant à plus de 780 projets de recherche. Les collections de documents et d'artéfacts sont en cours de numérisation, ce qui les rendra encore plus accessibles.

5.0 ORIENTATIONS FUTURES

Le présent rapport représente les premières étapes du regroupement des constatations liées aux différentes activités d'évaluation et de mesure des résultats de la FCI. À cette base s'ajouteront tous les ans des mises à jour sur les résultats des activités en cours (RAP et EMR), de même que les constatations tirées des études spéciales ou des évaluations antérieures. Les rapports futurs pourraient porter sur de nouveaux sujets dans le domaine des sciences et des technologies ou comprendre des analyses plus approfondies portant sur des questions pertinentes pour la FCI.

ANNEXE A

Faits saillants de l'analyse des rapports d'avancement de projet de 2010

Principales constatations du dernier exercice :

L'infrastructure de recherche produit des retombées sociales et économiques.

La disponibilité de l'infrastructure a donné lieu :

- à la création de 4 153 emplois dans les secteurs universitaire, collégial, public et privé;
- à la mise au point de 979 produits, procédés ou services nouveaux ou améliorés;
- à l'élaboration de 689 meilleures pratiques liées à la fabrication, à la structure organisationnelle, aux soins de santé, etc.;
- à la réalisation de 564 avantages pour l'environnement;
- à la conception de 399 politiques ou programmes publics, nouveaux ou améliorés;
- à l'élaboration de 901 divulgations d'invention, de demandes de brevet et de licences d'exploitation;
- au dépôt de 435 demandes de brevet et à la délivrance de 62 brevets;
- à la création de 44 entreprises dérivées liées à la FCI.

Alimenter le recrutement de cerveaux

- 98 % des responsables de projet ont déclaré que la disponibilité d'une infrastructure financée par la FCI avait influé de façon plutôt importante sur leur décision de se joindre à leur établissement.
- 12 658 chercheurs (y compris les responsables de projet, les autres chercheurs principaux de même que d'autres professeurs de l'établissement) ont pu faire progresser leurs travaux de recherche à l'aide de l'infrastructure financée par la FCI.
- Dans l'ensemble, 1 356 chercheurs ont été recrutés. De ce nombre, près de la moitié (40 %) ont été recrutés à l'étranger.

Comblent les besoins du Canada en matière de travailleurs du savoir

- Les établissements ont attirés 8 692 stagiaires postdoctoraux et étudiants des cycles supérieurs, entre autres en raison de l'infrastructure mise à leur disposition.
- Au total, 19 314 stagiaires postdoctoraux et étudiants des cycles supérieurs ont utilisé l'infrastructure comme ressource principale dans leur projet de recherche.
- Au total, 6 209 techniciens ont suivi de la formation sur l'utilisation et la maintenance de l'infrastructure de recherche.

Rehausser la réputation internationale du Canada

- 11 819 chercheurs invités de partout dans le monde ont tiré parti de l'infrastructure de pointe des universités, des collèges et des hôpitaux de recherche du Canada.

Favoriser la collaboration

- Les responsables de projet ont fait état d'un total de 2 640 ententes formelles de recherche en collaboration.
- 77 % des responsables de projet ont indiqué que la disponibilité d'une infrastructure financée par la FCI avait amélioré les possibilités de collaboration informelle en matière de recherche.

L'infrastructure de recherche a permis de créer plus de 4 000 emplois dans les secteurs universitaire, collégial, public et privé.

Plus de 12 500 chercheurs ont fait progresser leurs travaux de recherche à l'aide de l'infrastructure financée par la FCI.

Plus de 19 000 stagiaires postdoctoraux et étudiants des cycles supérieurs ont utilisé l'infrastructure financée par la FCI comme ressource principale dans leur projet de recherche.

Plus de 11 500 chercheurs invités ont tiré parti de l'infrastructure financée par la FCI.

Plus de 2 500 collaborations formelles en matière de recherche ont été signalées.