



Services-conseils

**Fondation canadienne
pour l'innovation**

**Rapport de synthèse
sur l'EMR**

KPMG LLP

160, rue Elgin, bureau 2000

Ottawa, ON K2P 2P8

La Fondation canadienne pour l'innovation (FCI) a commandité le Rapport de synthèse sur l'Étude sur la mesure des résultats (EMR). Dennis Rank, associé principal de KPMG LLP, et Janet Halliwell de J.E. Halliwell Associates Inc. ont été engagés pour élaborer une méthode qui permet d'incorporer les données de chaque étude dans le cadre de l'EMR, et ont rédigé le rapport. Leur expertise est largement reconnue et leur contribution à ce rapport a été très appréciée. Les résultats présentés dans le rapport sont le fruit des visites effectuées dans neuf établissements de recherche canadiens en 2007-08. La FCI aimerait remercier les chercheurs et le personnel de ces établissements qui ont participé à l'EMR. Nous aimerions également souligner la participation de 33 experts évaluateurs et de trois présidents de groupe d'experts, dont l'appui et le dévouement à l'élaboration de l'EMR ont été essentiels à l'établissement de ce rapport. La FCI ne voudrait pas non plus oublier de remercier tous les observateurs des organismes de financement de la recherche fédéraux et des provinces qui ont aussi assisté à de nombreuses visites.

LA FCI

Créée par le gouvernement du Canada en 1997, la Fondation canadienne pour l'innovation (FCI) est un organisme autonome qui vise à financer l'infrastructure de recherche. Le mandat de la FCI est de renforcer la capacité des universités, des collèges, des hôpitaux de recherche et des établissements de recherche à but non lucratif du Canada à mener des projets de recherche et de développement technologique de calibre mondial qui produisent des retombées pour les Canadiens. En date du 22 août 2008, la FCI avait engagé près de 4,4 G\$ pour financer 5 751 projets, dans 130 établissements de recherche répartis dans 64 municipalités aux quatre coins du Canada. La FCI finance généralement jusqu'à 40 % des coûts d'infrastructure d'un projet. Ces fonds sont investis en partenariat avec les établissements admissibles et leurs partenaires financiers des secteurs public, privé et bénévole.

Le rapport de synthèse

Le présent rapport présente une synthèse des retombées des investissements de la FCI au cours de la période allant de 1998 à 2008. L'échantillon retenu couvre les neuf thèmes de recherche énumérés ci-dessous, et représentent 128 M\$ (13 %) ¹ des investissements faits par la FCI dans neuf établissements.

Université Brock	Oenologie et viticulture [projet pilote]
Université McMaster	Matériaux de pointe [projet pilote]
Hôpital pour enfants malades de Toronto	Génétique humaine et génomique [projet pilote]
Université de Calgary	Génie biomédical
Université Dalhousie	Technologies de l'information et des communications
Université Western Ontario	Système musculosquelettique
Université McGill	Imagerie cérébrale et cognition
Université du Manitoba	Immunologie et maladies contagieuses
Université de Victoria	Environnement et océans

Les retombées des investissements de la FCI ont été documentées au moyen de l'Étude sur la mesure des résultats (EMR), un mécanisme d'évaluation unique qui conjugue une visite de l'établissement participant par un Groupe d'experts (GE) et un ensemble de

¹ Cette statistique couvre uniquement le financement des projets du thème à l'étude qui ont atteint un certain stade de développement. Les projets moins développés (les projets dont la finalisation de la contribution date de moins d'un an n'ont été pris en compte que pour la catégorie de résultats « planification stratégique de la recherche ». Le total du financement de la FCI dans les thèmes à l'étude, y compris dans les projets moins développés, avoisine les 170 M\$ (18 % du total des investissements de la FCI dans les neuf établissements).

données quantitatives et qualitatives visant à cerner les résultats d'une série de projets d'infrastructure dans un thème donné².

L'EMR

L'EMR a été lancé en 2006. Il s'agit d'un des outils d'évaluation de la FCI. Il vise à soupeser dans quelle mesure les investissements que la FCI a fait dans l'infrastructure de recherche constituent un facteur qui contribue à la production de cinq catégories de résultats : la planification stratégique de la recherche, la capacité de recherche, le personnel hautement qualifié (PHQ), la productivité des activités de recherche et l'innovation. Chaque catégorie de résultats est évaluée en fonction de plusieurs indicateurs (par ex., pour le PHQ, les indicateurs comprennent le nombre de stagiaires, la qualité de la formation et le calibre des stagiaires, le transfert de connaissances par le PHQ). La méthodologie de l'EMR comprend un questionnaire détaillé que l'établissement doit remplir, suivi d'une visite d'un Groupe d'experts (GE) chargé de valider les données soumises par l'établissement³. Le rapport qui s'ensuit est le principal produit de l'EMR.

L'EMR reconnaît que la FCI ne constitue que l'un des joueurs impliqués dans le vaste et complexe système de financement de la recherche. Des observateurs représentant les principaux organismes de financement (notamment les provinces) sont invités à prendre part à la visite. Les participants à la visite tiennent des discussions attentives sur la contribution relative des différents programmes et des autres facteurs externes afin de s'assurer que les questions d'attribution sont traitées de manière éclairée et dans leur contexte.

L'EMR est l'un des principaux outils dont la FCI dispose pour établir la mesure dans laquelle elle répond aux objectifs nationaux figurant dans l'*Accord de financement* conclu avec Industrie Canada, et dans le CRERV.

Voici les quatre objectifs nationaux :

- Appuyer la croissance économique et la création d'emplois, ainsi que l'amélioration des soins de santé et de l'environnement.
- Rehausser la capacité du Canada de mener d'importants projets de recherche et de développement technologique de calibre mondial.
- Créer des occasions de recherche et d'emploi en fournissant une infrastructure de recherche de pointe favorisant la formation du PHQ.
- Favoriser la formation de réseaux et de partenariats productifs entre les universités, les collègues, les hôpitaux de recherche et le secteur privé.

² À titre indicatif, des exemples représentatifs de chacun des établissements participants sont présentés tout au long du présent rapport. Ces exemples *ne constituent toutefois pas* une liste exhaustive des résultats dignes de mention d'un établissement ou d'un thème donné.

³ Les membres du Groupe d'experts possèdent une expertise dans le thème à l'étude et les différentes applications scientifiques qui s'y rattachent.

Survol des impacts

Les investissements de la FCI et les contributions des autres partenaires financiers des établissements participants ont eu un impact marqué, voire remarquable, sur tous les thèmes de recherche étudiés dans le cadre de l'EMR. L'infrastructure a eu un effet transformateur dans le cas de l'U. Dalhousie, l'U. McGill, l'Hôpital pour enfants de Toronto, l'U. de Victoria et l'U. Brock. Pour ce qui est de la période précédant les premières contributions de la FCI, ces établissements affirment : qu'ils étaient peu solides dans le thème à l'étude; qu'ils souffraient d'un manque d'intégration en recherche ou en ce qui a trait à leur planification stratégique; que leur infrastructure était désuète et inadéquate; qu'ils ne pouvaient compter sur une masse critique; qu'ils n'étaient pas en mesure de servir les utilisateurs externes. Dans certains cas, toutes ces affirmations pouvaient être faites par un même établissement. En ce qui a trait aux thèmes à l'étude, les établissements parlent d'une amélioration très marquée pour chacun des indicateurs. Les quatre autres établissements visités ont déclaré d'importants impacts se traduisant plutôt par une amélioration graduelle de leur situation. Dans un de ces établissements, les projets financés par la FCI ont permis d'améliorer les forces déjà existantes. Deux autres établissements ont affirmé avoir été limités par un manque de cohésion dans le thème à l'étude.

Deux autres phénomènes ont été observés dans plus d'un thème à l'étude : 1) Un « effet de regroupement », se traduisant par un impact collectif important découlant de l'intégration de plusieurs ensembles d'infrastructure complémentaires; 2) Un « effet organisationnel » dans les cas où la planification de plusieurs activités entourant ces installations a joué un rôle déterminant dans la production de résultats. La section qui suit traite plus en détail des résultats obtenus dans chacune des cinq catégories de résultats de l'EMR.

Planification stratégique de la recherche

Pour être admissible aux contributions de la FCI, un établissement est tenu d'élaborer un *Plan de recherche stratégique* (PRS). Le PRS constitue un document de référence que la FCI consulte au moment de l'évaluation des propositions de l'établissement. La FCI a été le premier organisme de financement au Canada à exiger un tel plan et à lier en partie ses décisions de financement à la mesure dans laquelle les objectifs des propositions soumises par un établissement correspondent aux priorités énoncées dans son PRS. L'approche adoptée par la FCI incite les établissements à penser de manière stratégique quant à la façon de maximiser l'impact de son infrastructure de recherche et d'utiliser cette dernière de la manière la plus efficace et efficiente.

La FCI a eu un impact colossal sur la planification stratégique de la recherche dans la majorité des établissements ayant participé à l'EMR. L'U. Brock, l'U. Dalhousie, l'U. du Manitoba, l'U. McGill, l'U. de Victoria et l'U. Western Ontario ont indiqué que la FCI les a incitées à lancer ou améliorer leur processus de planification stratégique de la recherche, indiquant que cela leur avait rapporté des retombées prévues et imprévues. Par exemple, la planification a facilité la mise en œuvre d'un processus d'intégration des ressources humaines (par ex., des chaires de recherche du Canada), et le recrutement de nouveaux chercheurs grâce à la nouvelle capacité de recherche découlant de l'infrastructure. Le tableau 1 fait état des investissements complémentaires de l'établissement dans les ressources humaines. Ces investissements constituent une confirmation selon laquelle

l'établissement considère que son engagement dans le thème à l'étude s'inscrit bien dans ses priorités stratégiques.

Tableau 1 – Investissements complémentaires dans les ressources humaines des thèmes à l'étude

Type d'investissement	Quantité ou nombre total	Contexte	Étendue de données
Nombre de CRC attribuées aux thèmes	56	Correspond à 12 % du nombre total de CRC dans l'établissement ⁴	0 à 28 % du nombre total de CRC dans l'établissement
Nombre de nouveaux chercheurs recrutés dans les thèmes (à l'exclusion des transferts internes)	303	Augmentation estimée à 81 % du nombre de chercheurs dans les thèmes par rapport à la situation avant la première contribution de la FCI ⁵	4 à 68 chercheurs recrutés
Contributions de la FCI	128 M\$	Uniquement le financement de la FCI dans les thèmes	2 M\$ à 52 M\$

Tous les établissements visités ont mentionné l'importante influence positive des autres programmes de financement liés à la recherche. On peut mentionner le Programme des chaires de recherche du Canada, qui a permis aux établissements de se forger un corps professoral de haut niveau. Les programmes provinciaux ont également été jugés essentiels pour permettre la réalisation du potentiel des projets financés par la FCI. De nombreux établissements ont eu plusieurs interactions avec leur province respective pour discuter de la nature des projets menés dans le thème à l'étude. L'obligation de produire un PRS incite les établissements à consulter d'autres établissements pour discuter de leurs besoins en matière d'infrastructure, de financement, et d'exploitation. En général, les Groupes d'experts (GE) ont confirmé que la FCI avait eu un fort impact indirect sur la planification de ces autres établissements de même que sur celle qui se fait sur les scènes régionale, provinciale et nationale.

Dans l'ensemble, la FCI et ses partenaires ont permis aux établissements de « voir grand », en mettant à leur disposition des outils qu'ils n'avaient pas auparavant. Les établissements ayant eu les résultats les plus éloquentes ont mis en oeuvre des PRS élaborés avec soin, couvrant la recherche, la formation ainsi que des activités de transfert de connaissances et de technologie mettant à profit plusieurs installations. Il s'agit d'une démonstration très éloquente de l'« effet de regroupement » et de l'« effet organisationnel » dont il est question ci-dessus sous l'intitulé *Survot des impacts*.

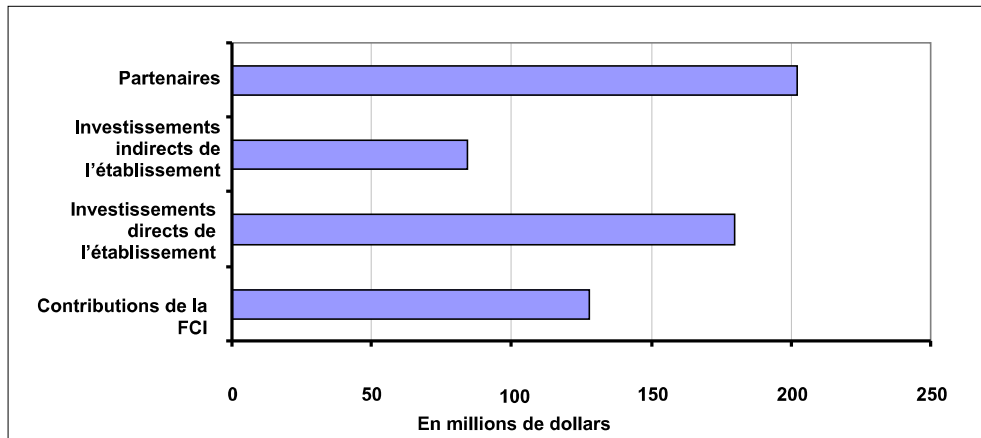
⁴ Pourcentage moyen.

⁵ Données complètes (i.e. avant et après la 1^{re} contribution de la FCI) uniquement disponibles dans quatre des universités ayant participé à l'EMR, soit l'U. de Calgary, l'U. Dalhousie, l'U. du Manitoba, et l'U. McMaster.

Capacité de recherche

Les contributions de la FCI ont eu un impact déterminant sur la capacité de recherche. Pour ce qui est de la période précédant les 1^{res} contributions de la FCI et des autres partenaires financiers, les GE ont déterminé que le niveau des investissements dans l'infrastructure des thèmes à l'étude était, en moyenne, plutôt bas. Certains établissements, comme l'U. Brock, ne possédaient à peu près pas d'infrastructure dans le thème à l'étude avant la 1^{re} contribution de la FCI. Pour l'exercice 2007-2008, les GE ont accordé la cote « élevée » ou « très élevée » à environ la moitié des investissements faits dans l'infrastructure du thème à l'étude. Les investissements faits à l'interne par les établissements comprennent les coûts nécessaires pour appuyer l'infrastructure (coûts liés, par exemple, aux espaces et aux frais généraux), la recherche (fonds provenant, par exemple, du budget du doyen) et la formation (pour offrir, par exemple, de nouveaux cours et de nouveaux programmes) (voir la figure 1). Les montants investis à l'interne vont bien au-delà des 60 % exigés de l'établissement et des autres partenaires financiers par les lignes directrices de la FCI. Ces sommes comprennent certains investissements connexes tels que les fonds couvrant les dépenses autres que celles liées aux immobilisations, ce qui correspond aux dépenses engagées pour exploiter des installations de grande envergure.

Figure 1 – Investissements complémentaires dans les thèmes à l'étude⁶



La FCI a eu un impact profond sur la capacité technique et opérationnelle de l'infrastructure dans la plupart des thèmes à l'étude. En général, pour la période précédant les premières contributions de la FCI, les GE ont attribué la cote « sous la moyenne » à la capacité technique et opérationnelle. Une fois les infrastructures financées par la FCI mises en place, les GE ont attribué la cote « se compare à ce qui se fait de mieux au Canada » à la plupart des installations. Pour leur part, les infrastructures de pointe de l'U. McGill, de l'U. de Victoria et de l'Hôpital pour enfants de Toronto ont obtenu la cote « se compare à ce qui se

⁶ « Investissements directs » désignent les fonds investis spécifiquement dans le thème à l'étude, et qui sont liés aux projets financés par la FCI et analysés dans le cadre de l'EMR. « Investissements indirects » désignent les fonds investis en dehors des balises du thème à l'étude et des projets financés par la FCI, mais qui ont tout de même un lien très important avec ces derniers (par ex., sommes investies pour rehausser la qualité de l'infrastructure d'un groupe multidisciplinaire utilisant l'infrastructure du thème à l'étude).

fait de mieux au monde ». Même s'ils peuvent compter sur certaines ressources de pointe, d'autres établissements ne pouvaient être considérés comme étant de calibre mondial en raison de leur taille réduite ou de leur manque de ressources uniques. Chacun des ensembles d'équipements et d'infrastructures dans le thème à l'étude comportait des éléments d'infrastructure plus génériques jouant des rôles importants. Le ratio varie d'un établissement à l'autre. L'U. McMaster, par exemple, possède certaines installations comptant parmi les meilleures au Canada et d'autres parmi les meilleures au monde. Il est normal de constater une telle variation dans les laboratoires de recherche.

En améliorant l'infrastructure, on permet aux scientifiques de proposer des projets de recherche plus novateurs, de plus grande envergure et plus coûteux. Un des principaux indicateurs de la capacité de recherche est donc lié au montant des fonds de recherche obtenus. En moyenne, pour les neuf établissements participants, les GE ont accordé une cote allant de « élevée » à « très élevée » à l'impact des projets financés par la FCI sur le montant des fonds obtenus. En moyenne, dans les thèmes à l'étude, les établissements participants ont obtenu près de sept fois plus de fonds de recherche chaque année depuis que la FCI a investi dans leur infrastructure. De plus, le montant des fonds obtenus dans ces thèmes, par principaux utilisateurs, a à peu près triplé depuis que la FCI a investi dans l'infrastructure, passant de 149 000 \$ à 453 000 \$⁷.

Le tableau 2 ci-dessous montre qu'en moyenne, les thèmes à l'étude regroupaient au moment de la visite deux fois plus de chercheurs qu'avant la 1^{re} contribution de la FCI.

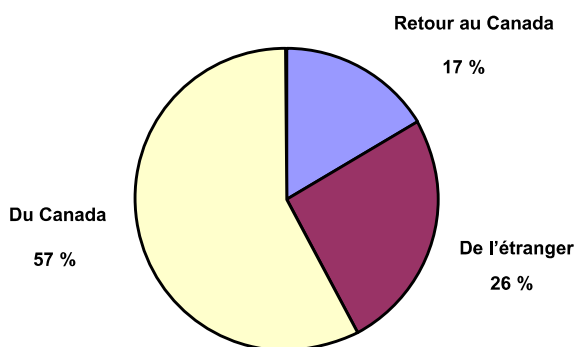
Tableau 2 – Nombre de responsables de projet et de principaux utilisateurs dans le thème à l'étude

	Avant la 1^{re} contribution de la FCI	Depuis la 1^{re} contribution de la FCI	Facteur multiplicatif, avant vs après la 1^{re} contribution	Étendue
Nombre estimé de chercheurs dans le thème ⁸	312	706	2,1	De 1,3 à 3,0 fois plus

⁷ Moyenne pondérée. Celle-ci montre une augmentation qui excède l'augmentation combinée, sur la scène nationale, des fonds offerts par les organismes fédéraux de financement de la recherche pour cette même période.

⁸ Le changement net est fonction du nombre de chercheurs embauchés et du nombre de chercheurs qui ont quitté l'établissement ou qui ont été mutés à l'interne.

Figure 2 – Recrutement de chercheurs dans le thème à l'étude



Quelque 250 chercheurs ont affirmé que l'infrastructure que l'on mettrait à leur disposition avait constitué l'un des principaux facteurs qui les a incités à mener des activités de recherche dans le thème à l'étude au cours de la période couverte par l'EMR. La figure 2 montre la mesure dans laquelle les établissements participants ont réussi à recruter des chercheurs à l'étranger et à rapatrier des chercheurs canadiens. Plus de 42 % des chercheurs recrutés viennent de l'étranger, y compris les Canadiens rapatriés. Certains chercheurs ont aussi indiqué qu'ils étaient demeurés en

poste au Canada en partie en raison de l'infrastructure mise à leur disposition.

Dans six des neuf thèmes à l'étude⁹, l'infrastructure financée par la FCI a permis d'accueillir quelque 500 chercheurs invités qui sont demeurés au Canada au moins une semaine – ce qui représente à peu près deux tiers du nombre de chercheurs travaillant dans les thèmes à l'étude. Bien que ces résultats constituent un bon indicateur de la collaboration en plus de démontrer que la plupart des infrastructures sont à la fine pointe, les GE ont attribué en moyenne la cote « moyenne-élevée » à cette catégorie de résultats. Les GE ont par ailleurs noté que bon nombre des installations visitées n'étaient pas encore pleinement opérationnelles, donc pas encore très connues.

Les GE ont déterminé que l'augmentation importante du nombre de chercheurs dans six des neuf thèmes à l'étude permettait d'affirmer que l'on avait atteint une masse critique. Celle-ci se caractérise par un groupe de chercheurs de taille raisonnable, bien intégré, couvrant les disciplines nécessaires et possédant les habiletés essentielles pour être en mesure de produire des avancées importantes dans le thème à l'étude, à un niveau de compétitivité international. En guise d'exemple de constitution rapide d'une masse critique de chercheurs, on peut mentionner le thème lié à l'environnement et aux océans, à l'U. de Victoria, dont le nombre de chercheurs est passé de 19 à 51 entre 1999 et 2008. Il s'agit d'une augmentation de 170 %, comparativement à une augmentation de 25 % pour l'ensemble de l'établissement. De nombreux chercheurs du fédéral et d'autres organisations externes ont aussi mené des activités de recherche dans le thème à l'étude.

Les GE ont constaté un haut degré de multidisciplinarité dans l'ensemble des neuf thèmes à l'étude. Cette multidisciplinarité se confirme dans l'utilisation de l'infrastructure, dans la provenance des utilisateurs principaux et les liens qui les unissent, et dans la reformulation des politiques, des pratiques et des structures traditionnelles des établissements, davantage axées sur le travail « en silos ». Dans certains thèmes, on a observé un degré élevé d'activités multisectorielles. Les thèmes mettant en présence des ensembles d'infrastructure complémentaires dans des installations faisant la promotion de la multidisciplinarité et de la recherche multisectorielle avaient tendance à montrer de meilleurs résultats, en raison de l'effet de regroupement. Ces impacts découlent en grande partie des ressources investies

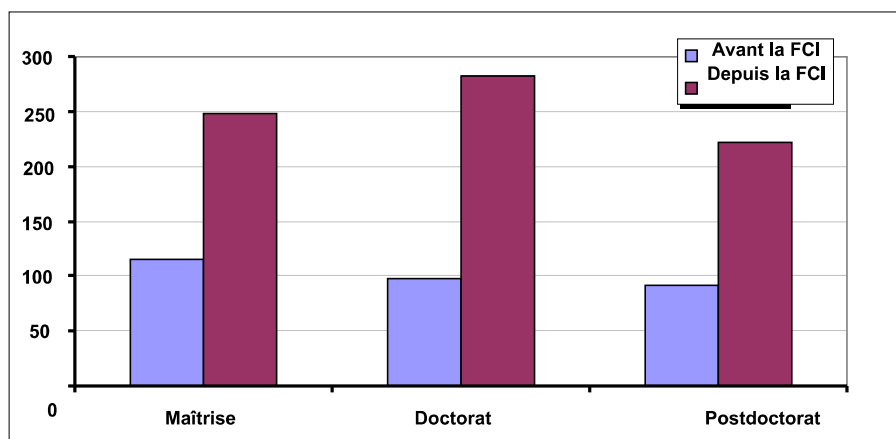
⁹ Trois des visites n'ont rapporté aucune données.

par la FCI dans l'accomplissement de son mandat unique en son genre, et des liens qui existent entre ses investissements et les objectifs des plans de recherche stratégiques des établissements bénéficiaires.

Personnel hautement qualifié

Dans le cadre de l'EMR, la FCI a volontairement séparé la formation du personnel hautement qualifié (PHQ) de la « capacité de recherche » parce qu'il s'agit d'un indicateur particulièrement important de la capacité de recherche et d'innovation à venir. En comparaison avec les derniers exercices précédant la première contribution de la FCI, environ deux fois et demie plus de personnel hautement qualifié est formé chaque année dans les thèmes à l'étude. On constate une forte corrélation entre ces résultats et le nombre de responsables de projet et d'utilisateurs principaux dans les thèmes à l'étude, qui a lui aussi à peu près doublé depuis la première contribution de la FCI. Une estimation approximative de l'impact, par chercheurs, montre que le thème à l'étude comptait environ 1,4 étudiant des cycles supérieurs par chercheur avant la première contribution de la FCI, contre 1,6 par la suite¹⁰. Dans les thèmes à l'étude seulement, on estime que près de 2 200 stagiaires ont déjà été formés au moyen de l'infrastructure financée par la FCI. La figure 3 montre la ventilation des stagiaires formés, pour les deux périodes précitées.

Figure 3 – Stagiaires formés dans le thème, pour les périodes précédant et suivant la première contribution de la FCI



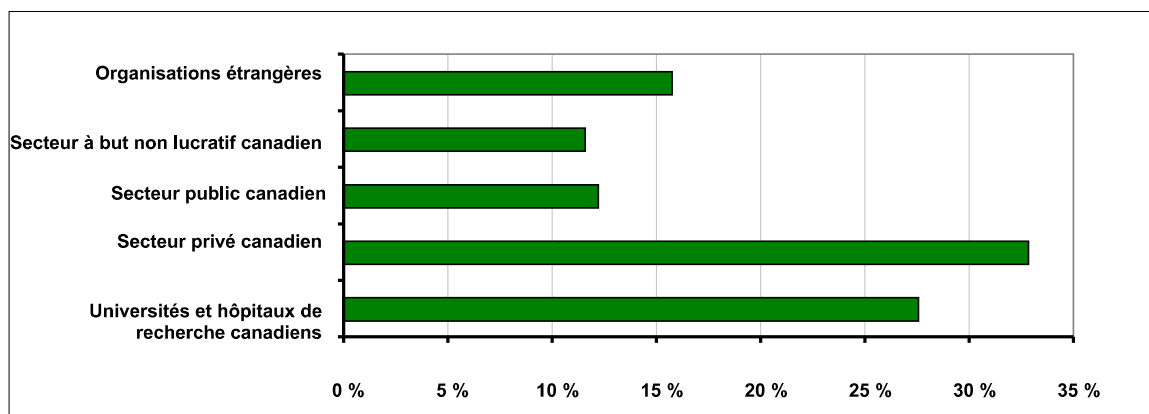
Les GE ont noté que les projets financés par la FCI, la planification stratégique de la recherche et l'intégration réussie des installations sont des facteurs qui ont un impact important sur la qualité de la formation offerte aux étudiants des cycles supérieurs, et même du premier cycle. De plus, tous les établissements participants ont tiré parti des projets financés par la FCI pour développer de manière importante leurs programmes de formation et pour en améliorer les structures. Par exemple, les laboratoires servant aux projets menés à Nairobi par l'U. du Manitoba ont favorisé la création d'un programme d'échange lié à la

¹⁰ Pour ce calcul, les données ne comprennent pas les établissements pour lesquels l'une des quatre catégories de données n'était pas disponible, soit l'U. Brock, l'U. McMaster, l'Hôpital pour enfants et l'U. Western.

formation des étudiants Canadiens et Kényans des cycles supérieurs, mettant ainsi à profit dans les deux pays l'infrastructure financée par la FCI. L'U. de Calgary tient plusieurs séries de séminaires liés au thème à l'étude, ce qui permet aux étudiants et aux chercheurs de communiquer et de mettre à l'essai de nouvelles présentations. Au moment de la visite de l'EMR, l'U. de Victoria travaillait à la mise en place de dix nouveaux programmes de formation à l'intention des étudiants des cycles supérieurs et du premier cycle dans le thème à l'étude. Quant à l'Hôpital pour enfants de Toronto, ce dernier travaille en collaboration avec les collèges de la région afin de recruter et de former les gestionnaires de projet et les techniciens dont il aura besoin pour mener à bien les projets à venir dans le thème à l'étude. À l'U. McGill, la qualité du milieu de formation est mise en évidence par l'âpreté de la concurrence pour obtenir les places offertes, de 20 à 40 étudiants de haut calibre offrant leurs services pour chacun des postes affichés. Dans cette université, 75 % des étudiants des cycles supérieurs et 50 % des stagiaires postdoctoraux tirent leurs revenus de sources externes.

Les GE estiment que la migration du PHQ des universités vers les organisations faisant partie des utilisateurs principaux constitue un des principaux mécanismes menant à l'innovation. Cette migration est nourrie par des mécanismes comme les programmes coopératifs, les bourses offertes par le secteur privé ou par le simple fait que les étudiants travaillent à la résolution de problèmes pratiques en collaboration avec des partenaires des secteurs public et privé. La figure 4 montre les données minimales relevées en ce qui a trait aux emplois des étudiants des cycles supérieurs ayant utilisé l'infrastructure financée par la FCI (en faisant abstraction de la moitié du PHQ qui est toujours en formation).

Figure 4 – Destinations d'emploi des étudiants des cycles supérieurs qui ont été formés dans un des thèmes à l'étude



Productivité des activités de recherche

Dans la majorité des thèmes à l'étude, les GE ont observé que l'infrastructure financée par la FCI a eu un impact profond sur la productivité et la compétitivité des activités de recherche. Par suite des investissements de la FCI et des autres partenaires financiers, les activités menées dans tous les thèmes à l'étude sont, au bas mot, concurrentielles sur la scène nationale, et les activités d'au moins quatre des thèmes, et d'une bonne partie d'un cinquième sont pour leur part concurrentielles suivant les normes internationales. Il faut analyser ces résultats dans le contexte où certains des thèmes n'existaient à peu près pas

avant la première contribution de la FCI ou utilisaient des installations devenues désuètes et non concurrentielles dans la période précédant cette première contribution.

Les GE ont indiqué qu'en général, l'infrastructure financée par la FCI a eu un impact allant de moyen à élevé sur l'ampleur des activités de recherche menées dans les thèmes à l'étude. Les établissements participants ont eu de la difficulté à fournir des données sur les publications dans chacun des thèmes et pour chacun des principaux utilisateurs; les données du présent rapport doivent donc être considérées comme des minimums puisque certains établissements ont soumis des données incomplètes. Néanmoins, les données du tableau 3 montrent que six des neuf thèmes à l'étude ont produit globalement près de 3 000 publications depuis la première contribution de la FCI. On y constate également que la productivité (simplement mesurée en fonction du nombre annuel de publications par utilisateurs principaux) a augmenté, en moyenne, de 50 %.

Tableau 3 – Productivité des activités de recherche dans les thèmes à l'étude

	Avant la 1^{re} contribution de la FCI	Depuis la 1^{re} contribution de la FCI	Facteur multiplicatif, avant vs après la 1^{re} contribution	Étendue
Nombre de publications pour tous les thèmes à l'étude	Non disponible	2 868*	S/R	de 92 à 1 380
Nombre annuel de publications par utilisateurs principaux	3,13**	4,56**	1,5	De 1,2 à 2,5 fois plus

* Nombre de publications, dans le thème à l'étude de six établissements participants, depuis la première contribution de la FCI.

** Quatre établissements ont produit des données antérieures à la première contribution de la FCI et cinq l'ont fait pour la période suivant cette première contribution. Toutefois, le facteur multiplicatif n'a été calculé que pour les quatre établissements ayant produit des données pour ces deux périodes.

Bien que les GE aient exprimé certaines inquiétudes à propos de la productivité des activités de recherche de certains thèmes ou sous-thèmes, le niveau de productivité général s'est avéré satisfaisant dans le contexte. Les experts ont noté que, infailliblement, l'attention que les responsables de projet doivent accorder à la mise en oeuvre des projets d'infrastructure majeurs financés par la FCI leur laisse moins de temps pour la recherche. Il faut aussi tenir compte du temps d'adaptation et d'intégration du nouveau personnel (en particulier les chercheurs en début de carrière, ceux recrutés à l'étranger et les chercheurs canadiens revenant travailler au pays). Enfin, la nature ambitieuse et avant-gardiste de certains des projets financés par la FCI commande des changements importants dans la façon de mener des activités de recherche, ce qui exige une période de transition.

En moyenne, la cote accordée par les GE à l'impact de la FCI sur la qualité des activités de recherche menées dans le thème à l'étude est « élevée ». En guise d'exemple, on peut mentionner que les chercheurs du thème à l'étude de l'U. McMaster ont été honorés par l'American Physical Society, la Fondation Killam, la Fondation Rank, les prix Synergie du CRSNG et les Médailles d'excellence en recherche du premier ministre à l'intention des jeunes chercheurs. La qualité de leurs activités de recherche a aussi été soulignée à la une de *Physical Review Letters* et du *Journal for Polymer Science*, la revue la mieux cotée dans le domaine. Grâce aux équipements financés par la FCI, les chercheurs de l'Hôpital pour enfants de Toronto ont pu participer, comme principaux coauteurs, à la publication de la séquence du chromosome 7, aux travaux portant sur le nombre de copies des gènes dans le génome humain et sur les gènes marqueurs, dans le cadre de la lutte à certaines formes de cancer. Comme ces travaux de recherche ont révolutionné la compréhension de la génomique et de la médecine, le GE estime qu'ils répondent aux normes d'excellence du Prix Nobel.

Les travaux de recherche de l'Hôpital pour enfants de Toronto montrent bien la portée de la transformation vécue dans les thèmes à l'étude en raison de l'infrastructure. Grâce à cette dernière, les objectifs de recherche que les chercheurs peuvent se donner sont de plus en plus ambitieux. Il en va de même des méthodologies adoptées pour mener leurs activités. Pour les GE, l'amélioration de la qualité des activités de recherche tient à la nature des questions de recherche auxquelles on peut répondre à l'aide de l'infrastructure, ce qui auraient été utopiques sans celle-ci. La preuve du potentiel de retombées des activités de recherche s'observe par la qualité des revues scientifiques, par le fait que les activités de recherche font évoluer des modèles théoriques et par la renommée publique des chercheurs impliqués.

Innovation

L'EMR a permis d'observer de nombreuses activités axées sur l'innovation et sur la production d'importantes retombées socioéconomiques d'ordre pratique dans les thèmes à l'étude. Dans tous ces thèmes, on a constaté une volonté de se pencher sur les besoins des organisations externes faisant partie des utilisateurs, et de collaborer de manière formelle ou informelle avec ces dernières. À l'Hôpital pour enfants de Toronto, par exemple, le leadership exercé par le Centre de génomique appliquée a permis d'adapter la stratégie de recherche pour qu'elle reflète mieux les besoins des utilisateurs externes. Les revenus provenant de l'utilisation des installations par les sociétés de biotechnologie sont passés de 500 000 \$ en 1999, à 3,5 M\$ en 2006. À l'U. de Victoria, le nombre de contrats de recherche est passé de 10 à 20 contrats par année en 2004, à plus de 200 contrats par année en 2008. L'U. de Victoria participe à diverses collaborations, notamment avec Agriculture et Agroalimentaire Canada, le Réseau canadien de l'eau et le Programme national de santé autochtone.

Au cours de la période couverte par l'EMR, les organisations externes qui utilisent l'infrastructure ont versé au moins 47 M\$ en contributions en nature ou en espèces dans les thèmes à l'étude. Ce montant correspond à environ 37 % du montant des contributions de la

FCI¹¹. À l'U. Western Ontario, le London Imaging Research group a, par exemple, reçu 9 M\$ en contributions du secteur privé (pas nécessairement dans le thème à l'étude). Un autre groupe de recherche, sur les os et les articulations, a reçu 2 M\$ en contributions du secteur privé. Quant à la Clinique Fowler Kennedy, elle a récemment reçu une donation de 5 M\$ du secteur privé. En moyenne, les GE ont toutefois attribué la cote moyenne aux liens entre les équipes de chercheurs et les organisations externes, comme c'est le cas pour l'importance des contributions en nature et en espèces reçues de ces organisations dans les thèmes à l'étude. Les GE sont d'avis que les établissements pourraient s'activer davantage pour renforcer leurs relations avec les utilisateurs finaux, et pour les faire reconnaître, même si dans certains thèmes, les projets ne sont pas très avancés.

Dans certains thèmes, notamment à l'U. Brock, on a fortement mis l'accent sur les besoins industriels, alors que c'était déjà le cas dans certains établissements avant même la première contribution de la FCI (par ex., à l'U. McMaster). D'autres établissements, notamment l'U. de Calgary, l'U. du Manitoba, l'U. McGill, l'Hôpital pour enfants de Toronto et l'U. Western Ontario se sont engagés dans les domaines de la santé et des soins médicaux. Leurs utilisateurs externes sont principalement constitués de sociétés privées (par ex., du domaine pharmaceutique) et de professionnels des systèmes de soins de santé (y compris des décideurs et des médecins). À l'U. de Victoria, il y aura vraisemblablement une augmentation de l'utilisation par les chercheurs du secteur public et par les décideurs, en plus des chercheurs du secteur privé. L'infrastructure de l'U. Dalhousie sert de plateforme pour de nombreuses utilisations et de nombreux utilisateurs différents, y compris le gouvernement (en matières, par exemple, de sécurité), les chercheurs en soins de santé et du secteur privé.

Une grande variété de mécanismes ont été adoptés par les chercheurs de ces thèmes pour améliorer les liens avec les utilisateurs externes. Parmi les mécanismes observés dans les thèmes à l'étude, on retrouve :

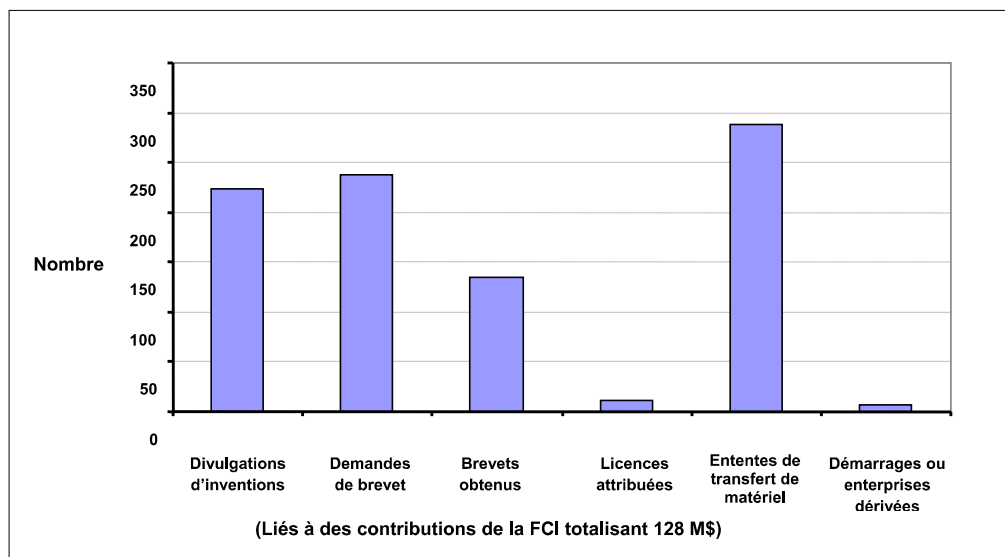
- Les mouvements du PHQ, d'une université vers une organisation externe (un mécanisme clé en matière de diffusion des connaissances), de même que les nominations conjointes ou les chercheurs des établissements affectés provisoirement dans des organisations utilisant l'infrastructure ou vice versa (par ex., l'U. Brock et l'U. McMaster ainsi que l'Hôpital pour enfants);
- Les collaborations donnant lieu à des protocoles d'entente, des contrats de recherche, des consortiums de recherche industriels, des ententes concernant la protection de la propriété intellectuelle, des ententes de collaboration avec des laboratoires de recherche publics, des groupes de recherche et de travail, et des activités de planification conjointes (par ex., à l'U. McGill, à l'U. du Manitoba et à l'U. de Victoria);

¹¹ Les utilisateurs externes incluent des chercheurs ou des organisations externes au milieu universitaire (en général des secteurs public ou privé) qui utilisent les résultats de recherche afin de développer des applications pratiques. Cette catégorie ne comprend pas les trois organismes fédéraux de financement de la recherche ni les provinces. En raison de la période choisie pour la tenue de l'EMR, ce montant est supérieur à celui officiellement reconnu dans la catégorie *contributions des partenaires* suivant les lignes directrices de la FCI concernant les demandes de financement.

- Prestation de services d'essai contre rémunération, de services d'analyse, d'imagerie et de modélisation, etc. (par ex., à l'Hôpital pour enfants de Toronto, à l'U. Western Ontario et à l'U. McMaster);
- Présentation des projets et des résultats de recherche au moyen de conférences, de séances d'accueil des utilisateurs éventuels, de séries d'ateliers, de campagnes d'affichage par des étudiants (par ex., à l'U McMaster, à l'U de Calgary, à l'U. Western Ontario et à l'U. Dalhousie) et d'activités de relations publiques et d'éducation (par ex., à l'Hôpital pour enfants de Toronto, à l'U. McGill et à l'U. de Victoria);
- Le flux d'information et de matériel allant et venant entre les universités et les utilisateurs finaux. Cela comprend la mise en place d'un premier point de contact pour les utilisateurs externes (par ex., à l'Hôpital pour enfants, à l'U. McMaster et à l'U. Western Ontario).

La figure 5 fait état des différents indicateurs de transfert de technologie reconnus. Leur importance et leur validité relatives dépendent du thème à l'étude. Comme quelques établissements n'ont pas été en mesure de retracer toutes leurs données, on doit prendre les chiffres de la figure 5 comme des minimums.

Figure 5 – Transfert de technologie reconnu dans les thèmes à l'étude



Les GE n'ont pas toujours trouvé satisfaisant le nombre de brevets obtenus et de licences attribuées. Ils estiment que dans de nombreux thèmes, l'établissement participant n'a pas exploité le plein potentiel à cet égard. Dans certains thèmes à l'étude, les GE ont relevé certaines faiblesses dans la planification stratégique liée à l'innovation et dans les activités de liaison avec les utilisateurs externes. Néanmoins, les GE ont relevé de nombreux exemples de retombées socioéconomiques en voie de se concrétiser. En voici un échantillon :

- **Amélioration des soins de santé** : Par exemple, un nouveau système de pointage a été développé pour les AVC aigus. Le *Alberta Stroke Program Early CT Score* (ASPECTS) est utilisé dans le monde entier pour les essais cliniques liés aux AVC

aigus afin d'obtenir de meilleurs résultats (U. de Calgary); l'amélioration des traitements chirurgicaux visant les tumeurs au cerveau et l'épilepsie, grâce à l'imagerie par résonance magnétique et les ultrasons pendant l'opération (U. McGill); les marqueurs génétiques dans la lutte contre certaines formes de cancer (Hôpital pour enfants de Toronto); les diagnostics précoces et le traitement de l'ostéoartrite (U. Western Ontario); le développement de nouveaux médicaments dans la lutte au VIH/sida (U. du Manitoba); le système AwareHome (surveillance au foyer), proposé par l'U. Dalhousie, permettant aux aînés et aux personnes atteintes d'un handicap de vivre plus longtemps dans leur foyer.

- **Meilleure capacité de réglementation** : Par exemple, des techniques d'authentification pour les vins de glace (U. Brock); la surveillance en temps réel de la qualité de l'eau potable (U. de Victoria);
- **Nouveaux codes et normes de conception** : Par exemple, des normes et des lignes directrices pour la réparation et la réhabilitation des structures (U. McMaster);
- **Produits et processus nouveaux et améliorés** : Par exemple la gestion de la couverture végétale des plants de vigne (U. Brock); les matériaux constitués d'acier, de matières composites et de thermoplastique, et leur production (U. McMaster); les technologies sous-marines (U. de Victoria); le développement de nouvelles technologies d'imagerie médicale grâce à un partenariat avec la société General Electric (U. Western Ontario);
- **Meilleures politiques publiques** : Par exemple, des lignes directrices pour la chirurgie liée aux blessures ligamentaires (U. de Calgary); les impacts de la circoncision sur la réduction des risques associés au sida (U. du Manitoba); les bases de données de patients mis à la disposition des hôpitaux canadiens et étrangers (Hôpital pour enfants de Toronto); l'amélioration des pratiques de soins communautaires et des directives visant l'exercice physique et la santé des aînés (U. Western Ontario);
- **Retombées environnementales** : Par exemple, l'amélioration des procédés de fabrication des matériaux à base de ciment (U. McMaster); la modélisation des changements climatiques et de l'utilisation des ressources forestières et océaniques (l'U. de Victoria).

Défis

Les établissements ont été invités à expliquer les défis auxquels ils ont dû faire face pour produire de bons résultats dans les cinq principales catégories de résultats de l'EMR. La convergence entre les différents thèmes à l'étude est remarquable. Voici une liste des défis relevés, suivant le nombre de fois qu'ils ont été mentionnés. Les trois premiers défis figurant ci-dessous ont été mentionnés par tous les établissements participants.

- Les contributions de la FCI, conjuguées à celles des autres partenaires financiers des établissements, constituent la principale source de fonds visant les infrastructures de recherche au Canada. Par conséquent, les établissements se disent vulnérables à toute baisse éventuelle de ce financement.

- Pour être exploitée de façon efficace, l'infrastructure exige des déboursés sur une base continue pour couvrir, entre autres, une large variété de coûts indirects comme des frais généraux et d'autres liés au personnel. Cela est particulièrement vrai une fois écoulées les sommes allouées par le Fonds d'exploitation des infrastructures de la FCI.
- De nouveaux investissements doivent être faits régulièrement dans l'infrastructure et les principales installations doivent être renouvelées périodiquement si l'on veut que l'infrastructure et le milieu de la recherche demeurent avant-gardistes.
- Les contributions de la FCI devraient être mieux harmonisées avec les autres sources de financement, notamment le fédéral et les provinces, lors du financement conjoint de l'infrastructure. De plus, on doit pouvoir compter sur un financement suffisant pour couvrir les coûts directs des projets de recherche. Dans certains domaines, le taux de succès pour l'obtention d'une subvention auprès des trois organismes fédéraux de financement est faible, ce qui donne à penser qu'en ce qui a trait aux ressources, le système canadien de financement de la recherche tire de l'arrière par rapport aux investissements faits dans l'infrastructure.
- Sans une infrastructure de pointe, mise à niveau, maintenue en bonne condition et financée adéquatement, il serait difficile de recruter et de maintenir en poste des chercheurs de haut calibre et de conserver une masse critique. Dans certains thèmes à l'étude, la simple perte d'un ou de deux membres clés du personnel aurait des conséquences très fâcheuses.
- Le Plan de recherche stratégique (PRS) constitue un outil déterminant pour la maximisation des impacts découlant de l'infrastructure. Les établissements reconnaissent que l'on doit porter plus d'attention au PRS afin de développer une formule appropriée de financement conjoint et d'obtenir une bonne coordination entre le recrutement, la formation, les efforts visant la multidisciplinarité et les activités liées à l'innovation.
- Le développement d'applications pratiques constitue un défi étant donné la nature imprévisible de la recherche, les difficultés liées à la commercialisation (comme la capacité réceptrice, dans certaines situations), la difficulté liée à l'appui devant être donné aux nouveaux produits au cours des étapes initiales de développement, les politiques de propriété intellectuelle « en mosaïque » des établissements canadiens et les difficultés liées à l'intégration des résultats de la recherche aux politiques publiques ou de soins de santé.

Conclusions

Les impacts des investissements de la FCI et des autres partenaires financiers sont importants, et ce pour toutes les catégories de résultats de l'EMR. Ces impacts ne découlent pas seulement de la somme des impacts des projets pris séparément. Il sont plutôt liés à la capacité globale d'ensembles d'équipements de pointe bien intégrés, généralement logés dans des espaces prévus à cet effet, et volontairement localisés de manière à en maximiser l'accessibilité de même que les effets découlant de la

multidisciplinarité et de projets multisectoriels. Cet « effet de regroupement » est important, même si certains établissements ont encore plusieurs défis à relever à cet égard.

Tout indique que la capacité globale est grandement rehaussée lorsque l'établissement traite en détail des ramifications dans son *Plan de recherche stratégique*, que cette démarche est prise en compte dans la conception des installations et que les activités de recherche, de formation ainsi que de transfert de technologie et de connaissances s'articulent autour de ces ramifications. Les observations des GE indiquent que l'« effet organisationnel » est un facteur très puissant qui se confirme lorsque l'on constate que cet effet, et les résultats qui en découlent, sont beaucoup moins prononcés dans les thèmes montrant une moins grande cohésion.

Le processus de l'EMR lui-même a tellement souligné les effets de la planification stratégique et intégrée de la recherche de même que des impacts importants des installations intégrées financées par la FCI, que les établissements eux-mêmes ont des ambitions encore plus grandes qu'auparavant dans les thèmes à l'étude. Plusieurs d'entre eux planifient par exemple une meilleure intégration des thèmes figurant dans les programmes de recherche interne et externe, et préparent d'autres projets connexes de grande envergure. On n'aurait pas été en mesure de relever ces effets au moyen des activités d'évaluation traditionnelles, et dans certains cas, même les établissements n'auraient pas été en mesure de les voir, n'eût été du processus de l'EMR.

Étant donné l'ampleur des investissements de la FCI et la présence de l'effet de regroupement et de l'effet organisationnel, nous pouvons presque affirmer qu'il n'aurait pas été possible d'obtenir des impacts de l'importance de ceux relevés par l'EMR si l'on avait misé sur des programmes de financement visant les activités de chercheurs considérés séparément, ou visant des demandes d'équipement ponctuelles, ou encore ne nécessitant pas de *Plan de recherche stratégique*.