

LE FONDS DES INITIATIVES SCIENTIFIQUES MAJEURES DE LA FONDATION CANADIENNE POUR L'INNOVATION

Rapport sur les progrès réalisés
par les installations de recherche
financées de 2012 à 2017

INNOVATION.CA



Les membres de l'équipe du Fonds des initiatives scientifiques majeures de la Fondation canadienne pour l'innovation. À l'arrière, au centre : Mohamad Nasser Eddine, vice-président par intérim, Programmes et performance. De gauche à droite : Sylvie Boucher, Heidi Bandulet, Mark Lagacé et Michèle Beaudry, chargés de programmes.

AVANT-PROPOS



Ce rapport témoigne de l'inspirante réussite de plus de 46 000 chercheurs et membres de personnel hautement qualifié qui utilisent les installations financées par le Fonds des initiatives scientifiques majeures de la Fondation canadienne pour l'innovation (FCI). Il fait la synthèse des réalisations récentes qui sont prometteuses pour la prochaine génération de chercheurs et qui présentent un énorme potentiel scientifique et technologique, et socioéconomique pour la population canadienne.

Parmi les faits saillants de ce rapport, il convient de mentionner les chercheurs reconnus à l'échelle internationale – Arthur B. McDonald, prix Nobel de physique; Yoshua Bengio, primé pour son travail sur les réseaux de neurones; Edward Sargent, détenteur d'un record mondial dans les domaines de la chimie et de la physique, sans compter les réseaux et les installations qui se sont vus octroyer des récompenses de la Royal Astronomical Society (SuperDARN) et de l'American Library Association (Érudit) et qui ont aussi obtenu un important contrat pour le projet américain SuperCDMS, qui sera mené à SNOLAB. Il ne faudrait pas passer sous silence les impressionnantes réalisations collaboratives, comme les travaux menés par l'Université de la Colombie-Britannique et l'Institut de recherche en santé côtière de Vancouver pour développer un traitement contre le cancer qui sauvera et améliorera des vies tout en produisant d'importants gains financiers.

La collaboration à l'échelle mondiale a été le mot d'ordre du côté des installations, laquelle s'est traduite par un nombre appréciable et toujours croissant de partenariats avec les entreprises et les industries. L'amélioration de la gestion et des structures organisationnelles constitue en soi un grand succès. Elle favorise non seulement la réussite des chercheurs, mais garantit que les installations sont efficaces et efficaces, qu'elles adoptent d'excellentes normes et pratiques de gouvernance, et qu'elles équilibrent viabilité à long terme et résultats à court terme.

Le présent rapport dessine une base solide profitable aux étudiants et aux chercheurs qui suivront les traces des leaders d'aujourd'hui. Il relève un degré de soin, une attention et une considération du personnel de la FCI dans son étaiement, sa compilation et sa rédaction visant à faire ressortir les points communs et les réalisations globales des installations comme les qualités uniques de chacune d'elles. Je tiens à mentionner le travail d'Heidi Bandulet, chargée de programmes, qui, à titre de rédactrice principale, a travaillé sans relâche pendant l'été 2018 pour arriver à ce résultat magistral.

Le présent document fait avant tout le récit, qui s'écrit au quotidien, de nos collaborations pour diffuser les bonnes pratiques et relever les défis de demain.

A handwritten signature in black ink that reads "Roseann O'Reilly Runte".

Roseann O'Reilly Runte
Présidente-directrice générale
Fondation canadienne pour l'innovation

Ce rapport doit être cité comme suit :

La Fondation canadienne pour l'innovation, 2018. Le Fonds des initiatives scientifiques majeures de la Fondation canadienne pour l'innovation : rapport sur les progrès réalisés par les installations financées de 2012 à 2017. Ottawa (Ontario)

55, rue Metcalfe, bureau 1100
Ottawa (Ontario) K1P 6L5

Téléphone : 613.947.6496
Télécopieur : 613.943.0923
Courriel : info@innovation.ca

ISBN : 978-1-926485-22-5

© Fondation canadienne pour l'innovation, 2018

INNOVATION.CA
CANADA FOUNDATION FOR INNOVATION | FONDATION CANADIENNE POUR L'INNOVATION

Qu'est-ce que la Fondation canadienne pour l'innovation?

La Fondation canadienne pour l'innovation (FCI) verse un financement aux universités, aux collèges, aux hôpitaux de recherche ainsi qu'aux organismes de recherche à but non lucratif du Canada pour qu'ils puissent mener des recherches de grande qualité.

La recherche appuyée par la FCI contribue à des collectivités canadiennes plus fortes en permettant aux chercheurs de se procurer les outils dont ils ont besoin pour voir grand et innover. Un système d'innovation robuste crée des emplois et des entreprises, améliore notre santé, assure un meilleur environnement et ultimement, favorise l'épanouissement des collectivités. Les investissements de la FCI dans les infrastructures de pointe des universités, des collèges, des hôpitaux de recherche et des établissements de recherche à but non lucratif du Canada contribuent à attirer et à retenir le meilleur talent au monde, à former la prochaine génération de chercheurs et à soutenir la recherche de calibre mondial qui renforce notre économie et qui améliore la qualité de vie de tous les Canadiens.



TABLE DES MATIÈRES

1 SOMMAIRE

Principales observations

Conclusions

4 INTRODUCTION

But de l'analyse

Historique du Fonds des initiatives scientifiques majeures

Installations financées de 2012 à 2017

8 SOUTIEN FINANCIER AUX BESOINS D'EXPLOITATION ET DE MAINTENANCE DES INSTALLATIONS

Investissements connexes de la FCI

Partenaires financiers aux coûts d'exploitation et de maintenance

Catégories de coûts d'exploitation et de maintenance

Évolution des dépenses pendant la période de financement

Chaque installation possède un profil distinct

16 DES CHANGEMENTS POSITIFS SUSCITÉS PAR LES CONDITIONS DE FINANCEMENT

Des conditions reflétant les enjeux clés de chaque installation

Des conditions évoluant de pair avec l'installation

19 PROMOTION DE BONNES PRATIQUES DE GOUVERNANCE ET DE GESTION

Élaboration du cadre de suivi de la FCI

Principales améliorations observées

Promotion d'une culture d'amélioration continue

Étude de cas : appui de la FCI à la transformation de SNOLAB en une installation à expériences multiples

26 IMPACTS ET RETOMBÉES

Similarités entre les objectifs stratégiques et les domaines d'impact des installations

Mise en œuvre d'une stratégie de mesure du rendement

Prestation des services et accès aux utilisateurs améliorés

Formation et perfectionnement des utilisateurs, des employés et du personnel hautement qualifié

Excellence en recherche et avancement des connaissances
Rayonnement et collaborations internationaux des installations
Étude de cas : Ocean Networks Canada engendre une multitude d'impacts positifs

42 CONCLUSION ET PROCHAINES ÉTAPES

Des installations de recherche nationales plus fortes
La FCI et les installations continueront à se surpasser
De nouvelles perspectives qui orienteront l'évolution du Fonds des initiatives scientifiques majeures
Les défis du calcul informatique de pointe

47 ANNEXE A – Méthodologie et difficultés

49 ANNEXE B – Détails du soutien financier

52 ANNEXE C – Conditions de financement

56 ANNEXE D – Leçons à retenir sur la gestion du rendement



▲ [Le brise-glace de recherche NGCC Amundsen](#) est le seul du genre au Canada. Ses installations et ses équipements perfectionnés en font une plateforme de recherche polyvalente pour les chercheurs en sciences naturelles, sociales et de la santé, de même que leurs partenaires du gouvernement, de l'industrie et des communautés nordiques.



SOMMAIRE

En 2011, la FCI a lancé le Fonds des initiatives scientifiques majeures, ci-après nommé le « Fonds », pour que les installations de recherche nationales puissent optimiser leur fonctionnement et exploiter leurs capacités scientifiques et techniques. Par ce Fonds, la FCI fournit un soutien aux besoins d'exploitation et de maintenance de ces installations et promeut l'adoption de bonnes pratiques de gouvernance et de gestion, notamment pour ce qui est de la planification stratégique et opérationnelle à long terme.

En 2017, la FCI a bouclé le cycle de financement de douze installations : quatre ayant été financées par le premier concours de 2012 et huit par le concours spécial de 2014. Rédigé à l'automne 2018, ce document présente les principales constatations découlant de l'analyse des rapports financiers et des rapports de rendement finaux soumis par ces douze installations à la fin du cycle de financement en 2017.

Principales observations

Voici les principales observations pour la période visée par ces rapports :

- Même si le profil de financement de chaque installation est distinct, les critères d'admissibilité du Fonds sur les coûts d'exploitation et de maintenance et les contributions des partenaires étaient suffisamment vastes et souples pour répondre à leurs besoins opérationnels. La FCI a adapté son approche de suivi à ce contexte particulier.
 - Toutes les installations ont enregistré des gains importants, même celles qui ont reçu un financement très modeste. La valeur de la contribution FCI reflétait le type et la complexité de l'installation. Elle n'était pas directement reliée au degré de productivité et de réussite de celle-ci.
 - La stabilité du financement opérationnel offert par le Fonds a permis aux installations d'optimiser leurs ressources et d'exploiter au maximum leurs capacités scientifiques et techniques de manière à assurer leur pérennité, notamment en améliorant la maintenance préventive des infrastructures.
 - Toutes les installations ont amélioré leur structure de gouvernance et de gestion, notamment par la mise en place de plans stratégiques réalisables et prospectifs
- ainsi que de cadres de gestion des risques et de stratégies sur la mesure du rendement.
- Le soutien offert par le Fonds a accru le rendement global des installations par rapport à l'accès des utilisateurs, à la formation et au perfectionnement des compétences, à l'excellence de la recherche et à l'avancement des connaissances, au rayonnement international, aux partenariats avec l'industrie et aux activités de transfert technologique.
 - Les conditions de financement imposées par le processus d'évaluation au mérite ont conduit à plusieurs de ces changements positifs.
 - En moyenne, au cours des trois derniers exercices financiers du cycle de financement de 2014 à 2017, un total de 35 000 utilisateurs et de 11 000 membres de personnel hautement qualifié ont reçu du soutien chaque année. Pendant cette période, 3300 contributions scientifiques par année en moyenne sont attribuables à l'usage des ressources des douze installations.

Soutien du Fonds des initiatives scientifiques majeures

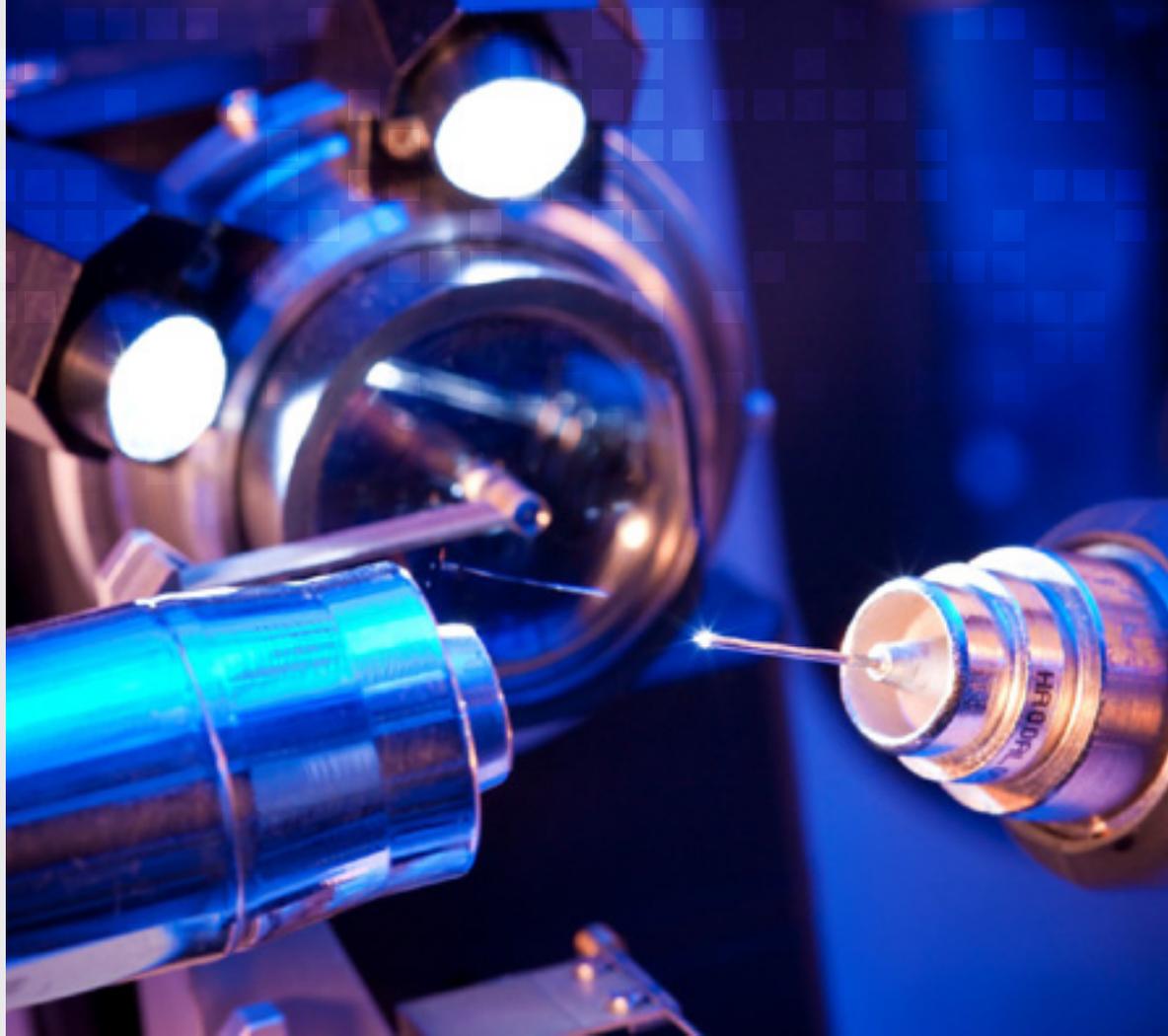
- L'évaluation de chaque proposition soumise au Fonds a été réalisée selon un processus rigoureux qui tient compte de la nature et de la complexité de l'installation.
- Le processus comportait l'évaluation par un comité d'experts ainsi que par un comité d'évaluation multidisciplinaire pour le Concours spécial de 2014.
- Le processus d'évaluation a mené à l'imposition de conditions de financement à huit installations : les quatre financées en 2012 et quatre des huit financées en 2014.
- La contribution totale versée par le Fonds aux douze installations s'élevait à près de 211 millions de dollars, ce qui représente 35 pour cent de leurs coûts de fonctionnement (594 millions de dollars). La formule de financement de la FCI permet jusqu'à 40 pour cent de cette somme.
- À ce jour, les investissements des autres fonds de la FCI dans ces installations se chiffrent à environ 581 millions de dollars, ce qui porte la contribution totale de la FCI à près de 800 millions de dollars.

Conclusions

- Notre analyse révèle que le soutien du Fonds des initiatives scientifiques majeures a permis aux installations de produire des résultats scientifiques remarquables et de calibre mondial. Il a aussi permis à la FCI d'atteindre les objectifs de ce Fonds, une observation confirmée par les interactions quotidiennes entre la FCI et les installations. Grâce à celui-ci, la FCI a développé un modèle de soutien et de suivi efficace des installations de recherche nationales.
- Les défis soulevés dans cette analyse informeront la planification de l'évaluation de mi-parcours¹ des installations financées dans le présent cycle de financement. La FCI pourra aussi raffiner son approche de suivi et le cadre de présentation des rapports.
- Une approche dite « adaptée à l'installation » a fait en sorte que les décisions de financement et les recommandations des comités soient acceptées par les installations. Dans l'intérêt de toutes les parties concernées, la même approche sera appliquée aux installations financées au cours du cycle 2017 à 2022 et des autres cycles.
- Le cadre de suivi de la FCI favorise une culture d'amélioration continue qui prend en compte la situation et les difficultés propres à chaque installation, afin de les aider à penser de manière plus stratégique à long terme.

¹ Chaque installation financée au concours 2017 du Fonds des initiatives scientifiques majeures sera soumise à l'examen d'experts près du milieu du cycle de financement. Cet examen déterminera la contribution de la FCI aux coûts d'exploitation et de maintenance pour la période restante.

► Situé sur le campus de l'Université de la Saskatchewan, le [Centre canadien de rayonnement synchrotron \(CCRS\)](#) est l'installation nationale canadienne de recherche en rayonnement synchrotron. Ses lignes de lumière servent à étudier les propriétés structurales et chimiques des matériaux à l'échelle moléculaire.



◀ Le [Centre de phéno génomique \(TCP\)](#) conçoit, produit, analyse et distribue des modèles murins de maladies et de biologie humaines. Ses ressources et ses services de recherche aident les chercheurs universitaires et industriels à mener des recherches biomédicales, des études de génomique fonctionnelle et des recherches translationnelles visant à trouver de nouveaux traitements, des essais cliniques sur la démonstration de principes, ainsi que des essais précliniques visant à évaluer l'efficacité et l'innocuité des médicaments.



INTRODUCTION

Le Fonds des initiatives scientifiques majeures, ci-après nommé le « Fonds », fournit un soutien pluriannuel aux coûts d'exploitation et de maintenance des installations de recherche nationales de nature unique qui appartiennent à un ou plusieurs établissements admissibles au financement de la FCI. Les concours de 2012 et de 2014 ont octroyé du financement à douze installations nationales pour couvrir jusqu'à 40 pour cent de leurs coûts d'exploitation et de maintenance admissibles. Ce rapport présente les principales constatations de l'analyse des rapports financiers et des rapports de rendement finaux soumis par ces installations en 2017.

But de l'analyse

Le but de cette analyse est de faire la synthèse des données fournies par les installations à l'appui de la réalisation des objectifs du Fonds et, dans la mesure du possible, de déterminer où le financement de la FCI a eu le plus grand impact.

Le rapport vise aussi à comparer les profils de revenus et de dépenses de chaque installation. Il veut également procurer un aperçu des investissements de la FCI et des autres partenaires financiers.

Enfin, la FCI souhaite par cette analyse améliorer sa compréhension du contexte opérationnel des douze installations étudiées.

Le dernier chapitre du document porte sur les leçons tirées de l'analyse qui devront servir à orienter les activités liées au Fonds, notamment la planification de l'atelier annuel destinée aux représentants des installations financées de même que l'évaluation de mi-parcours de 2019. Ces leçons serviront aussi à façonner le cadre de présentation des rapports des installations financées par le concours de 2017 et à planifier les prochains concours.

Pour obtenir plus de détails sur la méthodologie utilisée dans cette analyse et certains des défis et limites inhérents à cette dernière, voir l'[Annexe A](#).

Historique du Fonds des initiatives scientifiques majeures

Depuis son lancement, la FCI a contribué à la création d'installations de recherche d'envergure dont l'exploitation, la maintenance, la gestion et la gouvernance présentent des défis uniques.

En 2010, le gouvernement fédéral a confié à la FCI le mandat d'établir une approche systématique pour l'évaluer les besoins opérationnels et du rendement scientifique de ces installations, et aussi assurer le suivi de leurs politiques et pratiques de gestion et de gouvernance.

En 2011, la FCI a lancé le Fonds des initiatives scientifiques majeures afin d'aider à stabiliser le fonctionnement de ces installations notamment par l'adoption de pratiques de gestion et de gouvernance hautement rigoureuses, comme l'élaboration de plans de gestion adaptés au modèle de financement canadien.

Objectifs du Fonds des initiatives scientifiques majeures

- Appuyer et renforcer les installations de recherche nationales de pointe afin de permettre aux chercheurs canadiens d'entreprendre des activités de recherche ou de développement technologique de calibre mondial qui engendreront des retombées sociales, économiques, environnementales ou en matière de santé pour le Canada;
- Permettre aux installations financées d'optimiser leur fonctionnement et d'exploiter pleinement leurs capacités scientifiques et techniques;
- Encourager l'adoption de meilleures pratiques de gouvernance et de gestion, notamment la planification stratégique et opérationnelle à long terme, selon l'envergure et la complexité de l'installation.

Au premier concours, qui a octroyé jusqu'à 186 millions de dollars de 2012 à 2017, cinq installations ont satisfait aux critères d'admissibilité établis. Il devait s'agir d'installations nationales de nature unique et entièrement opérationnelles qui avaient reçu de la FCI un versement d'au moins 25 millions de dollars à affecter aux immobilisations. Le processus d'évaluation au mérite a permis de recommander le financement de quatre installations qui ont dans les faits reçu du financement².

Puis, en 2013, le gouvernement du Canada a accordé 25 millions de dollars de plus à la FCI pour répondre aux besoins d'autres d'installations de recherche nationales uniques en leur genre qui avaient été exclues du concours initial du Fonds (en raison du seuil préalablement imposé à la FCI pour les immobilisations), mais dont la perte aurait représenté un sérieux revers pour le Canada. Parmi les critères d'admissibilité figurait l'exigence de démontrer des coûts d'exploitation et de maintenance annuels admissibles dépassant 500 000 dollars ainsi que l'accès par un bassin d'utilisateurs pancanadien.

Afin de faire concorder les cycles de financement de la seconde cohorte avec ceux de la première, les installations retenues ont reçu un financement triennal, de 2014 à 2017. Enfin, huit autres installations se sont vu accorder un financement au second concours, ce qui porte à douze le nombre total d'installations financées de 2012 à 2017.

En préparation du renouvellement du financement de ces installations après 2017, la FCI a lancé une troisième invitation à soumettre des propositions en octobre 2015. Avec un budget disponible de 400 millions de dollars, le concours était conçu pour continuer à fournir du soutien aux installations financées au cycle précédent tout en ouvrant la porte à d'autres installations respectant les critères d'admissibilité établis dans le second concours. Dix-sept installations ont ainsi obtenu du financement jusqu'en 2020 ou en 2022, 10 d'entre elles avaient été financées au cycle précédent.

² Ocean Tracking Network n'avait pas reçu de financement principalement parce que l'installation était gérée comme un projet de recherche plutôt que comme une grande installation scientifique nationale. Cette installation a toutefois reçu du financement au concours 2017.

Installations financées de 2012 à 2017

Les douze installations financées de 2012 à 2017 constituent des ressources collectives au service du milieu canadien de la recherche. Une grande variété de chercheurs canadiens et étrangers s'en servent pour mener des travaux de recherche de calibre mondial.

Installations	Financement du Fonds des initiatives scientifiques majeures	Financement des autres fonds de la FCI
Financées sur cinq ans (2012-2017)		
Calcul Canada (CC), page 47	60,5 M\$	211,9 M\$
Centre canadien de rayonnement synchrotron (CCRS), page 3	58,5 M\$	109,0 M\$
Ocean Networks Canada (ONC), page 41	37,7 M\$	51,6 M\$
SNOLAB, page 24	29,4 M\$	64,8 M\$
Financées sur trois ans (2014-2017)		
Brise-glace de recherche canadien NGCC <i>Amundsen</i> , page vii	7,6 M\$	34,0 M\$
Centre de phénogénomique (TCP), page 3	5,6 M\$	43,2 M\$
Groupe canadien des essais sur le cancer (GCEC), page 7	3,4 M\$	0,2 M\$
Unité de génomique de l'Institut de la biodiversité de l'Ontario (BIO), page 7	2,9 M\$	13,1 M\$
Érudit, page 15	1,5 M\$	6,3 M\$
Laboratoire de sources femtosecondes (LSF), page 15	1,5 M\$	31,0 M\$
Centre canadien de microscopie électronique (CCEM), page 18	1,5 M\$	15,4 M\$
SuperDARN, page 18	0,5 M\$	0,4 M\$
Total du financement de la FCI	210,6 M\$	580,6 M\$

Tableau 1 : Installations financées par le Fonds des initiatives scientifiques majeures pendant les cycles de financement 2012-2017 et 2014-2017 présentées par ordre décroissant de la contribution (excluant le financement accordé au concours de 2017). Le tableau indique aussi les meilleures estimations de la contribution totale de la FCI, depuis sa création, aux projets d'infrastructure de chaque installation (sont exclues les contributions connexes du Fonds d'exploitation des infrastructures de la FCI).



▲ Le [Groupe canadien des essais sur le cancer \(GCEC\)](#) est la seule installation de recherche universitaire canadienne à prendre en charge la conception et la conduite d'une gamme complète d'essais – des études de première phase (I et II) jusqu'aux essais de phase III contrôlés, randomisés et d'envergure internationale – pour l'ensemble des modalités de traitement couvrant tous les types de cancers.

◀ L'Unité de génomique de [l'Institut de la biodiversité de l'Ontario \(BIO\)](#) dirige une installation de classe mondiale et à haut rendement de codage à barres de l'ADN, laquelle a la capacité d'analyser un million de spécimens par année et compte une unité de recherche et développement active.



SOUTIEN FINANCIER AUX BESOINS D'EXPLOITATION ET DE MAINTENANCE DES INSTALLATIONS

Le Fonds des initiatives scientifiques majeures a procuré aux installations les moyens financiers pour stabiliser et optimiser leurs activités autant que possible en fonction des contraintes établies³.

Le montant du financement accordé à chaque installation avait été déterminé en fonction d'un processus d'évaluation au mérite qui prenait en compte les dépenses réelles des années antérieures au Fonds et le plan de gestion proposé pour tirer pleinement parti des capacités de l'installation. Les critères d'admissibilité des coûts d'exploitation et de maintenance étaient assez vastes pour répondre à la grande majorité des besoins d'exploitation des installations tout en tenant compte de leurs caractéristiques distinctives.

Les sections suivantes présentent les revenus et les dépenses réels de la cohorte dans son ensemble. L'[Annexe B](#) contient les profils individuels des installations et des détails supplémentaires. Les données financières sont aussi étayées de renseignements contextuels provenant des rapports et montrant comment les installations ont utilisé le financement pour optimiser leur fonctionnement (par exemple, en investissant dans les ressources humaines ou la maintenance, et la mise à niveau de l'équipement).

Investissements connexes de la FCI

Le [Tableau 1](#) propose une estimation prudente de la contribution historique totale de la FCI aux projets d'infrastructure de ces installations (autres fonds que celui des initiatives scientifiques majeures), laquelle s'élèverait à près de 581 millions de

dollars. Par conséquent, sans compter les engagements pris à l'occasion du concours 2017 du Fonds, l'investissement total de la FCI dans les douze installations était de l'ordre de 800 millions de dollars.

8

Partenaires financiers aux coûts d'exploitation et de maintenance

Les douze installations financées par le Fonds ont reçu des contributions de partenaires provenant principalement du gouvernement fédéral (101 millions de

dollars), des gouvernements provinciaux (80 millions de dollars) et d'établissements affiliés tels que des fiducies et des fondations (77 millions de dollars) ([Figure 1](#)).

³ La contribution de la FCI ne devait pas excéder 40 pour cent du total des coûts d'exploitation et de maintenance admissibles d'une installation donnée.

Étant donné que le financement accordé par la FCI se voulait un complément aux ressources existantes visant à répondre aux besoins opérationnels des installations retenues, les partenaires financiers contribuant aux coûts d'exploitation et de maintenance devaient conserver leur

soutien, sous forme de contributions en espèces ou en nature.

Bien que ce ne soit pas indiqué ici, l'examen des contributions annuelles des partenaires prouve que le niveau du financement fourni par les principaux partenaires est resté stable.

La FCI a contribué le plus largement aux coûts d'exploitation et de maintenance des installations

La majorité de ce financement a été octroyée à quatre grandes installations financées en 2012

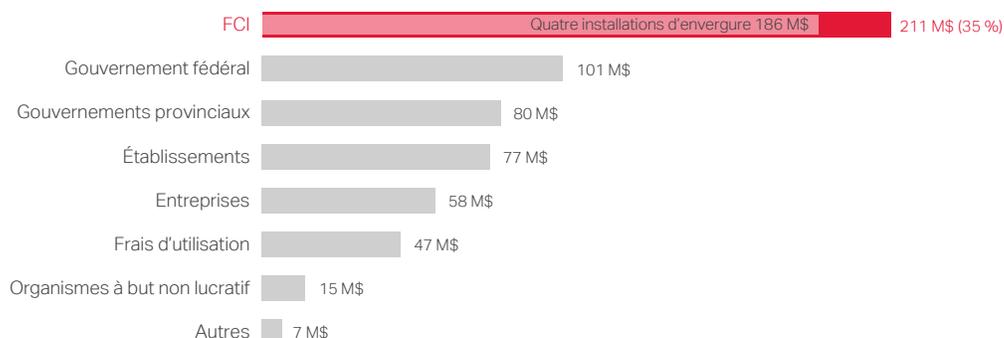


Figure 1 : Aperçu des investissements consentis par la FCI et les partenaires financiers aux douze installations inscrites financées par le Fonds des initiatives scientifiques majeures, au cours de la période 2012-2017. L'investissement total s'élève à 594 millions de dollars, dont 211 millions provenaient de la FCI, soit 35 pour cent des coûts d'exploitation totaux des installations (moins que le maximum admissible de 40 pour cent). Sur l'investissement de 211 millions de dollars de la FCI, 186 millions ont été accordés aux quatre grandes installations financées en 2012-2017 (ONC, SNOLAB, Calcul Canada et CCRS) et 25 millions, aux huit installations financées en 2014-2017. Les contributions internationales ne sont pas présentées parce qu'elles sont comptabilisées dans les autres catégories, par exemple dans les frais d'utilisation.

Gouvernement fédéral

Le gouvernement fédéral a fourni 17 pour cent des fonds de contrepartie. Les principales sources de financement fédéral étaient les trois organismes de financement de la recherche (54 millions de dollars ont été versés au CCRS par les Instituts de recherche en santé du Canada (IRSC) et le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG)) ainsi que des ministères fédéraux comme Transport Canada (20 millions de dollars versés à ONC), Pêches et des Océans (près de 1 million de dollars à ONC), Garde côtière canadienne (3,5 millions de dollars au NGCC *Amundsen*), Conseil national de recherches du Canada (6,5 millions de dollars versés au CCRS), Diversification de l'économie de l'Ouest Canada (6 millions de dollars versés au CCRS et à ONC) et Génome Canada (2,8 millions de dollars versés au TCP et au BIO).

Gouvernements provinciaux

Les gouvernements provinciaux ont fourni un soutien important (13 pour cent), qui semble toutefois limité aux installations situées sur leur territoire respectif. Ce constat indique une concordance avec les priorités des provinces et une reconnaissance des retombées qui leur reviennent. Par exemple, la province de la Saskatchewan a financé une portion du budget d'exploitation du CCRS (11 millions de dollars = 7 pour cent) et de SuperDARN (632 000 dollars = 43 pour cent), deux installations appartenant à l'Université de la Saskatchewan. SNOLAB, qui est situé à Sudbury, en Ontario, et ONC, situé au large des côtes de la Colombie-Britannique, ont reçu des contributions de leur province respective représentant 22 pour cent et 31 pour cent de leurs budgets de fonctionnement.

Établissements et fondations affiliés

Les universités ont contribué à près de treize pour cent du budget, soit autant que les sources provinciales. Elles ont aussi fourni beaucoup plus qu'un soutien financier. La plupart des installations ont déclaré que leurs relations avec leurs établissements affiliés étaient plus fortes parce qu'elles avaient obtenu un soutien financier du Fonds des initiatives scientifiques majeures. (Les contributions de la FCI ont été faites exclusivement par l'entremise des établissements d'enseignement admissibles⁴, ce qui garantissait un certain niveau d'engagement de leur part.)

Pour certaines installations, ce financement confirmait leur statut d'installations nationales, ce qui les plaçait au-dessus d'autres laboratoires et installations de leur établissement affilié. Pour d'autres, l'application des conditions de la FCI a suscité une plus grande participation des établissements, qui reconnaissent leur part de responsabilité dans le respect de ces conditions.

En fin de compte, les installations ont bénéficié d'un accès additionnel aux ressources institutionnelles, notamment un soutien administratif spécial, un savoir-faire en gestion de projet et en développement des affaires, ainsi que de l'aide pour élaborer un plan de communication et de rayonnement. Les installations étaient aussi mieux soutenues dans leurs activités (par exemple, la dispense de l'obligation d'enseignement pour le personnel et les gestionnaires des installations). Elles ont aussi bénéficié d'un suivi accru et d'une communication plus étroite avec la haute direction de leurs établissements affiliés.

Entre autres, le GCEC a déclaré que l'important soutien de l'Université Queen's a été déterminant dans l'augmentation du nombre et de l'efficacité des essais cliniques. L'investissement de trois millions de dollars par l'établissement dans des postes de professeur-chercheur a

amélioré les capacités en bio-informatique, oncologie moléculaire, recherche biomédicale et imagerie.

Ce soutien a aussi « mené à une amélioration du délai d'exécution des contrats, à la soumission récente de subventions, au repositionnement de son image de marque, à l'élaboration d'un plan de communication et à de récentes actions philanthropiques, y compris un don de 100 000 dollars au programme de bourses de stagiaire de recherche du GCEC ».

Sociétés et entreprises privées

Les sociétés et les entreprises ont aussi été d'une aide considérable aux installations nationales par leurs contributions atteignant près de dix pour cent du budget global. Par exemple, la mine de nickel Creighton de la mine Vale a fourni des services essentiels (estimés à 40 millions de dollars pour la période de cinq ans) tels que l'exploitation du puits de mine tout au long de l'année, afin que SNOLAB puisse exploiter efficacement son laboratoire souterrain en salle blanche. Un autre exemple de cet apport est le financement et les diverses ressources des entreprises pharmaceutiques pour mener les essais cliniques du GCEC (estimés à 5,6 millions de dollars).

Sources internationales et autres

Les instituts nationaux de santé (NIH) des États-Unis étaient la seule source de financement internationale déclarée par les installations (4,5 millions de dollars versés au GCEC pour le recouvrement des coûts engagés par cette installation en appui aux essais cliniques effectués par des collaborateurs américains, et au TCP en paiement des frais d'utilisation pour les services de recherche).

Bien que cela ne soit pas explicitement reflété dans les rapports, plusieurs organisations internationales ont assumé une part des coûts de recherche des programmes et des projets menés dans les installations. Ces dernières ont aussi

⁴ Les installations financées par le Fonds sont détenues ou exploitées par des établissements postsecondaires. Elles ne sont pas admissibles à un financement direct de la FCI, elles doivent plutôt le recevoir par l'entremise de l'établissement.

déclaré avoir tiré parti du financement reçu pour obtenir davantage de financement des organismes fédéraux de financement de la recherche, dont la FCI, ainsi que de sources internationales.

Le reste du financement provenait entre autres des frais d'utilisation, des organismes sans but lucratif (par

exemple du secteur de la santé ou de l'environnement) et des autres groupes tels que des fondations et des donateurs privés.

Catégories de coûts d'exploitation et de maintenance

Les catégories de coûts d'exploitation et de maintenance admissibles au soutien du Fonds sont au nombre de cinq :

- **Ressources humaines** – Salaires des professionnels et du personnel non enseignant, technique et administratif ainsi que des consultants dont les fonctions sont directement liées à la gouvernance, à la gestion, à l'exploitation ou à la maintenance de l'installation et qui fournissent des services profitant au bassin d'utilisateurs pancanadien.
- **Services** – Services appuyant directement l'installation (par exemple, services publics, sécurité, nettoyage, Internet), consultation, assurances, honoraires, permis, télécommunications et autres.
- **Maintenance et réparations** – Remplacement de pièces, mises à niveau mineures visant à maintenir la capacité
- **Administration générale** – Coûts associés aux réunions du conseil d'administration et des comités sur la gouvernance ainsi que les frais de déplacement connexes, activités de communication et de rayonnement, services professionnels, vérifications, dépenses imprévues et autres.
- **Fournitures** – Biens non durables requis afin de conserver l'installation en bon état de fonctionnement pour la recherche (par exemple, fournitures de laboratoire générales [comme l'équipement de protection du personnel] ou de la salle blanche, matériel de nettoyage, gaz pour les appareils, fournitures pour le soin des animaux).

Les ressources humaines constituaient les coûts d'exploitation et de maintenance les plus importants

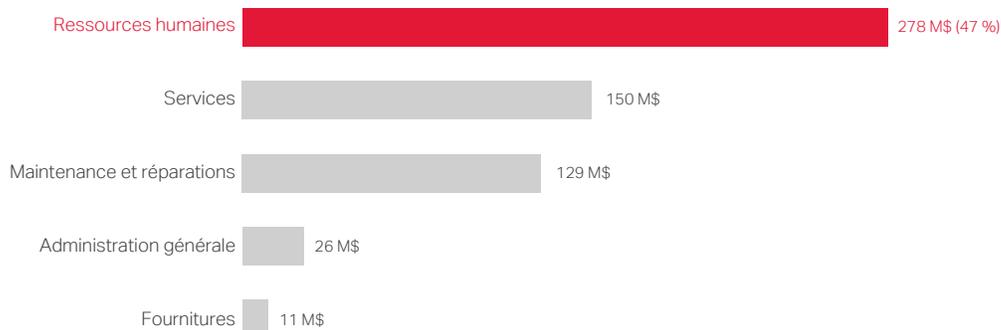


Figure 2 : Dépenses d'exploitation et de maintenance par catégorie pour l'ensemble des établissements (somme des dépenses totales en 2012-2017 ou 2014-2017, selon le cas). Les montants en dollars ne sont pas nécessairement représentatifs de la façon dont l'argent de la FCI est réparti entre les catégories, car les fonds de contrepartie des partenaires sont souvent réservés à des charges particulières.

La [Figure 2](#), montre que la plus importante des cinq catégories de coûts était celle des ressources humaines, laquelle représentait 47 pour cent des dépenses (soit 278 millions de dollars). Comme les installations sont très spécialisées et techniquement avancées, 80 pour cent de cette somme revenait aux salaires du

personnel hautement qualifié de soutien scientifique et technique. Les 20 pour cent restants allaient au personnel administratif. Venaient ensuite, parmi les catégories de dépenses les plus importantes, celle des services (25 pour cent) et celle de la maintenance et des réparations (22 pour cent).

Évolution des dépenses pendant la période de financement

Les dépenses d'exploitation et de maintenance globales des deux cohortes de trois et cinq ans ont augmenté au cours de la période de financement ([Figure 3](#)). Elles sont passées :

- de 81 millions de dollars la première année à 129 millions de dollars la cinquième année (augmentation de 60 pour cent) pour la cohorte de cinq ans;
- de 31 millions de dollars la première année à 38 millions de dollars la troisième année (augmentation de 22 pour cent) pour la cohorte de trois ans.

cette croissance résulte en partie de la hausse des coûts de services et de l'inflation appliquée à une base de dépenses, mais surtout d'investissements ciblés par les installations en ressources humaines et en maintenance et réparations. L'augmentation dans la catégorie du personnel était de 14 pour cent et de 39 pour cent respectivement pour les cohortes de trois et de cinq ans; celle dans la catégorie de la maintenance et des réparations était encore plus importante, soit 58 pour cent et 144 pour cent, respectivement

Un examen des dépenses annuelles par catégorie pour les cohortes d'installations de trois ans et de cinq ans indique que

Augmentation globale des coûts d'exploitation et de maintenance pendant la période de financement

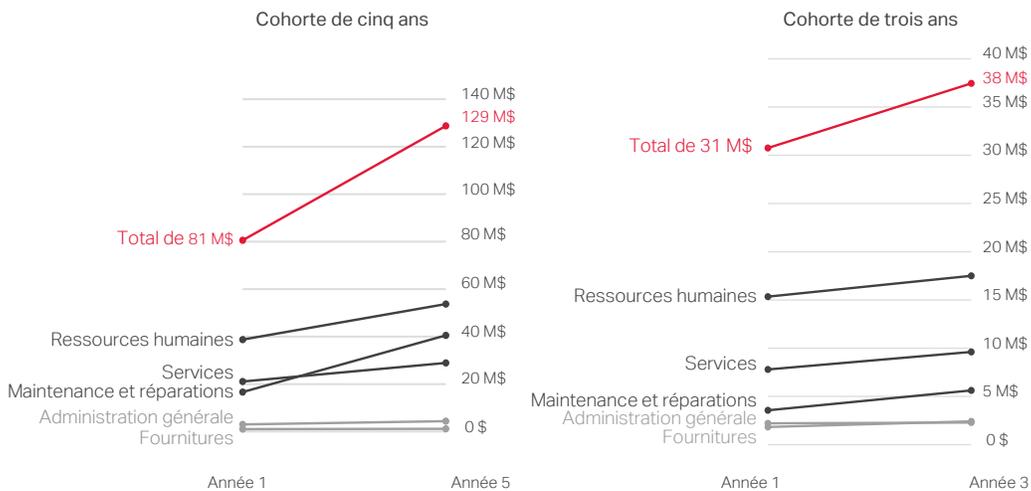


Figure 3 : Les dépenses totales dans chaque catégorie sont comparées pour les années un et cinq de la première cohorte (à gauche) et pour les années un et trois de la seconde cohorte d'installations (à droite).

Des investissements ciblés dans les ressources humaines pour optimiser l'utilisation et améliorer les services

Les installations ont toutes utilisé l'aide du Fonds pour augmenter ou stabiliser leur dotation en personnel en vue d'optimiser leurs activités de même que les services offerts aux utilisateurs. Le niveau d'augmentation varie de l'ajout de quelques employés supplémentaires à une hausse de 35 pour cent du personnel en cinq ans (SNOLAB). Dans la plupart des installations, les nouvelles embauches étaient surtout en personnel technique ou scientifique nécessaire pour fournir des services dans des domaines hautement spécialisés comme l'instrumentation océanographique et la production de modèles animaux, soutenir de nouveaux champs de recherche comme l'application du calcul de haute performance aux sciences humaines et sciences de la vie, accroître l'efficacité des services aux utilisateurs ou diversifier des services tels que les outils d'analyse et de visualisation des données et rester à la fine pointe dans des domaines en évolution rapide comme le développement et la maintenance des logiciels ainsi que la gestion des données.

Plusieurs installations, par exemple SNOLAB, le GCEC et Érudit, ont aussi acquis un savoir-faire administratif en gestion de projet, en gestion des ressources humaines, en développement des affaires, en transfert de technologie et en coordination des contrats.

Érudit a aussi déclaré que l'ajout de ressources humaines consacrées à la mise au point de nouveaux services aux utilisateurs ainsi qu'aux activités de recherche de l'installation a libéré sa petite équipe de cadres supérieurs de leurs tâches opérationnelles et techniques, ce qui, par ricochet, lui a permis de mieux se concentrer sur la planification stratégique.

Toutes les installations ont déclaré mener des activités de perfectionnement professionnel afin que leur personnel hautement spécialisé ait les compétences nécessaires pour offrir les meilleurs services possibles aux utilisateurs (voir Formation et perfectionnement des utilisateurs, des employés et du personnel hautement qualifié, à la [page 31](#)).

Des investissements ciblés dans la maintenance de l'infrastructure afin d'assurer la pérennité à long terme

Les installations financées aspirent à rester à l'avant-garde du développement des infrastructures dans leurs champs respectifs. La plupart ont désigné le Fonds comme un élément crucial au maintien de leur infrastructure au niveau requis pour mener des activités de recherche et de développement concurrentielles à l'échelle internationale. Pendant la période de financement, de nombreuses mises à niveau et modifications mineures ont été apportées au parc d'équipements géré et exploité par les installations. Les exemples d'activités de maintenance mentionnés concernent surtout des mises à niveau progressives et des ajouts aux installations pour en améliorer l'efficacité et l'accessibilité, notamment, le retrait d'anciens systèmes peu fiables, l'ajout de systèmes d'alimentation sans coupure, le remplacement de matériels et de logiciels désuets afin d'obtenir des fonctions de programmation avancées, l'adaptation des infrastructures aux nouvelles exigences réglementaires et sécuritaires.

Dans le cas de quelques installations, des améliorations importantes ont aussi été apportées, par exemple à leur infrastructure numérique pour accroître leurs capacités, leur efficacité et l'accès des utilisateurs aux données. Cinq installations ont collaboré avec Calcul Canada pour améliorer leur accès à l'infrastructure et aux processus numériques (ONC, SNOLAB, CCRS, SuperDARN et Érudit).

La stabilité procurée par le financement du Fonds a aussi permis aux installations de se concentrer davantage sur leur pérennité. Plusieurs ont dressé un plan pluriannuel de maintenance et de remise en état ou de remplacement de leur équipement afin d'assurer un bon état de préparation opérationnelle.

Par exemple, le NGCC *Amundsen* a mis en place un cycle amélioré de maintenance de son parc d'équipements comme moyen de maximiser les retombées scientifiques de ses opérations en mer. Ses procédures

de maintenance ont été complètement révisées et son équipe technique a été restructurée.

De la même façon, ONC a affiné tous les aspects de la maintenance de son infrastructure en mer et sur terre. Il a aussi créé des procédures normalisées pour les protocoles d'essai des instruments qui permettent le bon déploiement de ceux-ci. En général, une meilleure maintenance préventive a aidé plusieurs installations à accroître leur efficacité opérationnelle sur le plan des moyens (disponibilité des moyens) offerts à la communauté des chercheurs et de l'utilisation optimale de l'infrastructure avec un temps d'indisponibilité minimal.

Le soutien financier du Fonds a aussi permis aux installations de négocier avec leurs fournisseurs des contrats de service à plus long terme visant l'équipement spécialisé qui nécessite souvent des réparations et remplacements de pièces urgents, ce qui améliore la fiabilité de l'infrastructure tout en minimisant le temps d'indisponibilité du matériel et les retards dans les projets où le facteur temps est important. Dans d'autres cas, comme ONC et le NGCC *Amundsen*, le financement a permis aux installations de se conclure de tels contrats pour transmettre à son personnel les compétences et les connaissances fondamentales requises pour répondre à leurs propres besoins de maintenance.

Chaque installation possède un profil distinct

Il n'y avait pas d'« installation type » financée par le Fonds. Tout d'abord, la différence entre le plus gros et le plus petit budget d'exploitation et de maintenance était de près de deux ordres de grandeur (Figure 4), ces budgets reflétant la nature et la complexité de chaque installation. Chacune avait son propre profil de financement et des besoins d'exploitation et de

maintenance distincts. Comme le budget d'exploitation et de maintenance global pour toute la cohorte examinée traduisait largement les contributions aux quatre installations financées en 2012 (SNOLAB, CCRS, Calcul Canada et ONC), les profils individuels, à savoir leurs besoins sur une base annuelle (Annexe B), ont été examinés.

La différence entre le plus gros et le plus petit budget annuel d'exploitation et de maintenance était de près de deux ordres de grandeur

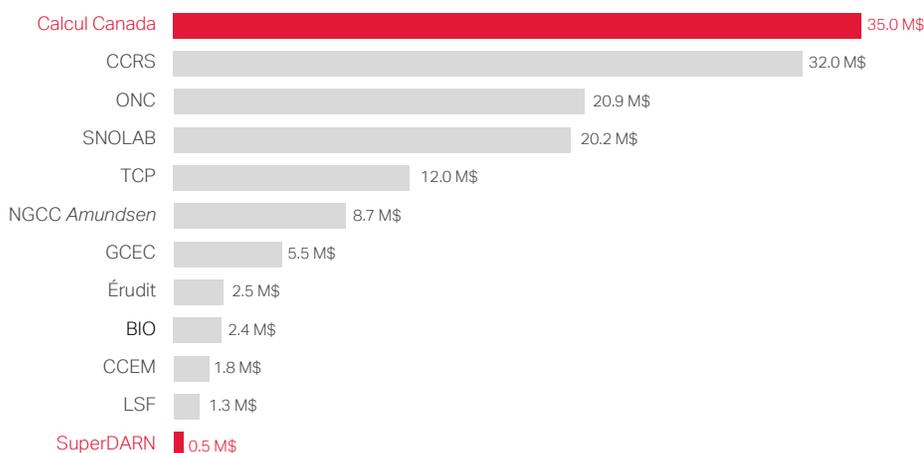
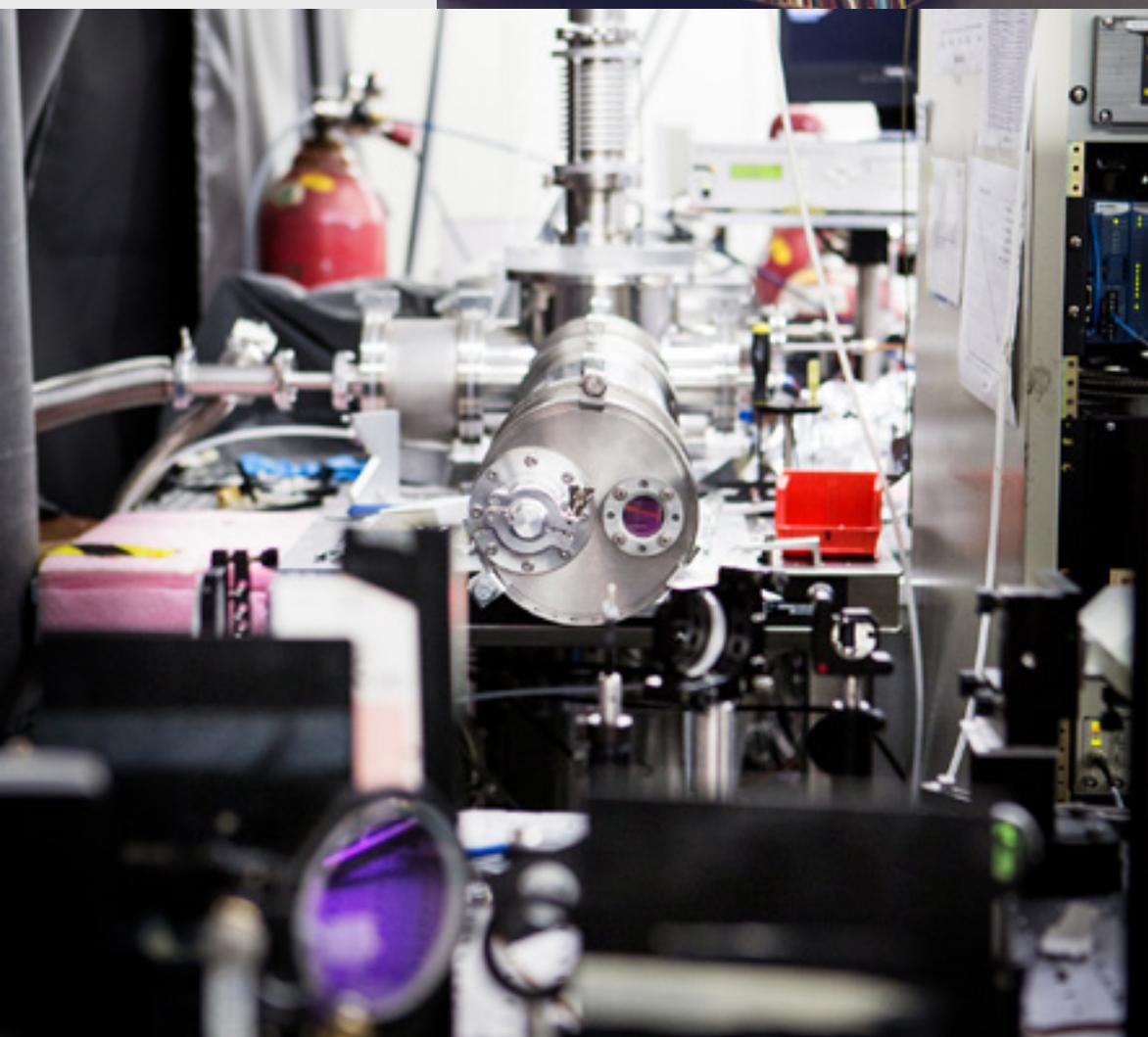


Figure 4 : Budget annuel moyen d'exploitation et de maintenance de chaque installation au cours des trois derniers exercices financiers du cycle de financement (2014-2017). Le budget de fonctionnement de SuperDARN s'applique aux radars situés au Canada. Le coût annuel total de fonctionnement des 36 radars de la collaboration internationale SuperDARN a été estimé à 5,4 millions de dollars en 2017.

► Plateforme de production et de diffusion des résultats de la recherche en français, [Érudit](#) offre à ses utilisateurs de vastes collections de documents et de données scientifiques, principalement en sciences humaines, en sciences sociales et en arts et lettres.



◀ Le [Laboratoire de sources femtosecondes \(LSF\)](#) regroupe une variété unique de systèmes laser à impulsions ultracourtes pour réaliser des expériences à résolution temporelle et une imagerie dynamique pour la physique, la chimie et la biologie.



DES CHANGEMENTS POSITIFS SUSCITÉS PAR LES CONDITIONS DE FINANCEMENT

Chacune des propositions soumises au Fonds des initiatives scientifiques majeures a été évaluée selon un processus rigoureux, en fonction du mérite, de la nature et de la complexité du projet, qui comprend une évaluation par un comité d'experts. Dans le cas du concours de 2014, une étape s'était ajoutée, celle de l'évaluation par un comité multidisciplinaire. Les membres des comités avaient été choisis pour leur capacité à évaluer les propositions selon les critères d'évaluation établis et de leur connaissance exhaustive de la gestion, de l'exploitation et de la gouvernance de ce type d'installations. Dans plusieurs cas, le processus d'évaluation au mérite a abouti à l'octroi de sommes assorties de conditions de financement pour remédier aux lacunes ou aux faiblesses constatées dans le suivi ou l'exploitation des installations.

Des conditions reflétant les enjeux clés de chaque installation

Pour examiner les principaux défis soulevés par le processus d'évaluation au mérite, une analyse des conditions des concours de 2012 et 2014 a été effectuée. Les conditions ont été regroupées en douze catégories pour déterminer les principaux problèmes à régler par les installations. Il convient de noter que plusieurs conditions étaient multidimensionnelles, c'est-à-dire qu'elles pouvaient se rattacher à deux groupes ou plus. Les conditions ont été subdivisées en autant de groupes que nécessaire. En tout, huit des douze installations se sont vu imposer des conditions : les quatre installations financées en 2012 et quatre des huit installations financées en 2014.

L'[Annexe C](#) présente la fréquence de chaque type de condition et des exemples de mesures prises par les installations pour y satisfaire. En fonction de leurs réponses, la FCI a examiné comment les conditions avaient été respectées. De plus, les conditions imposées aux installations

dans le concours de 2017 (presque toutes les installations ont vu leur financement renouvelé, mais de façon conditionnelle) ont été comparées à celles de 2012 ou de 2014, afin de vérifier si les mêmes problèmes persistaient après trois ou cinq années de financement par le Fonds.

Les lacunes les plus souvent relevées dans la capacité de suivi des installations étaient liées aux structures et aux pratiques de gouvernance et de gestion : les conditions appliquées à cinq des huit installations ayant reçu un financement conditionnel étaient reliées à ces deux catégories. D'autres conditions récurrentes concernaient la capacité des installations à effectuer le suivi de leurs résultats et de leurs processus d'accès aux utilisateurs.

Même si les conditions pouvaient être regroupées en catégories générales communes, leurs particularités variaient entre les installations en raison de la diversité du contexte et des réalités opérationnelles des installations et de

réseaux financés. En effet, l'éventail de conditions pour les huit cas où un financement conditionnel a été

accordé était large et variait selon la taille, l'envergure, la maturité et la nature de l'installation.

Des conditions évoluant de pair avec l'installation

Bien que les mesures appliquées en réponse à certaines conditions n'aient pas été entièrement décrites dans les rapports de rendement de fin de cycle, le personnel de la FCI a confirmé que toutes les installations ont accompli des progrès satisfaisants pour respecter l'ensemble des conditions imposées. Quelques exemples des mesures prises pour respecter les conditions figurent à l'[Annexe C](#) et dans d'autres sections de ce rapport, par exemple la section Promotion de bonnes pratiques de gouvernance et de gestion à la [page 19](#)). Toutes les installations, quelles que soient les conditions, ont fait évoluer leurs pratiques et structures de suivi au cours du cycle de financement. Les conditions semblent avoir aidé les installations à s'occuper des points à améliorer en qualité d'installations de recherche nationales ainsi qu'à mieux rendre compte de leurs progrès à la FCI.

Toutes les installations ont accompli des progrès satisfaisants pour respecter l'ensemble des conditions qui leur étaient imposées.

Sauf pour le LSF et BIO, qui ont été incapables de démontrer leur statut d'installations nationales, le financement des dix autres installations a été renouvelé en 2017. Des conditions ont été imposées à presque toutes les installations dont le financement a été renouvelé (à l'exception du NGCC *Amundsen* et de SuperDARN) et, dans la plupart des cas, elles faisaient partie du même groupe de conditions de 2012 et de 2014. Les commentaires du comité d'évaluation multidisciplinaire, par ailleurs, indiquent clairement que des progrès importants ont été accomplis. Par exemple, la condition imposée à ONC pour le suivi des résultats s'énonçait comme suit : « Bien que l'installation ait établi des indicateurs de performance, elle doit encore améliorer son suivi des résultats scientifiques, des retombées et d'autres indicateurs pour

refléter l'impact réel de l'installation et son succès par rapport à sa mission et à ses objectifs. »

De nombreuses conditions imposées par le comité d'évaluation multidisciplinaire en 2017 incitaient les installations à continuer d'améliorer leur gouvernance afin de mieux répondre aux critères d'une installation nationale.

Les conditions associées aux contributions de la FCI, qui se veulent être des incitatifs au changement positif, sont destinées à évoluer selon la situation de chaque installation. C'est le cas de SNOLAB et du CCRS qui, malgré des progrès satisfaisants et le respect des conditions précédentes, ont tous deux été considérés comme se trouvant à un point décisif dans leur cycle de vie par le comité d'évaluation multidisciplinaire du concours 2017. Par conséquent, des conditions rigoureuses leur ont été imposées, et qui ont résulté au renouvellement du financement que pour trois des cinq ans du cycle. Les nouvelles conditions fixées ne portent pas sur les mêmes enjeux, mais visent plutôt à aborder les nouveaux défis de chacune de ces deux installations : l'obtention de résultats scientifiques concurrentiels pour SNOLAB; l'établissement d'une stratégie à long terme et la pérennisation pour le CCRS.

▶ Le [Centre canadien de microscopie électronique \(CCEM\)](#) offre un accès à un ensemble d'instruments permettant aux utilisateurs de caractériser la structure et la composition de matériaux dans la plus haute résolution spatiale possible. Ces instruments servent à diverses applications, allant de la biologie structurale et des biomatériaux aux catalyseurs pour pile à combustible en passant par les matériaux pour réacteurs nucléaires et les points quantiques pour les images photovoltaïques et l'imagerie oncologique.



▶ [SuperDARN](#) est un réseau mondial de radars scientifiques surveillant les conditions dans l'espace circumterrestre. SuperDARN Canada, dont le siège social est situé à l'Université de la Saskatchewan, est la section canadienne du réseau SuperDARN International.



PROMOTION DE BONNES PRATIQUES DE GOUVERNANCE ET DE GESTION

Au mandat de la FCI de contribuer financièrement à la stabilisation des opérations s'ajoute celui de superviser les politiques et les pratiques de gestion et de gouvernance des installations appuyées financièrement par le Fonds des initiatives scientifiques majeures afin d'assurer une gestion responsable et un emploi optimal des fonds publics.

Élaboration du cadre de suivi de la FCI

En 2011, fort de l'appui d'un comité consultatif international, la FCI a élaboré son premier cadre de suivi, lequel se veut un document évolutif et dont la dernière mise à jour date de 2017. Ce cadre de suivi décrit les exigences et les attentes de la FCI, notamment sur la gouvernance, la gestion, le suivi continu du rendement, l'évaluation et l'atténuation des risques. Comme les partenaires financiers existants avaient été invités à participer à cet exercice, un cadre commun de suivi et de production de rapports a pu être élaboré : réduisant le fardeau administratif des installations et des partenaires financiers, il maintient la transparence et la communication entre toutes les parties prenantes.

Dès le départ, le cadre de suivi tenait compte des différences entre les installations : mandat ou mission, parties prenantes, culture de leur communauté de chercheurs ou étape de leur cycle de vie. La FCI a reconnu d'entrée de jeu qu'elle devait mettre en place un plan de suivi personnalisé selon leurs spécificités. La FCI a adopté une approche de financement à l'égard des installations d'envergure qui se veut équilibrée entre les principes généraux d'excellence scientifique, de gestion responsable et d'imputabilité d'une part, et la situation particulière de chaque installation d'autre part.

La FCI a adopté une approche de financement à l'égard des installations d'envergure qui se veut équilibrée entre les principes généraux d'excellence scientifique, de gestion responsable et d'imputabilité d'une part, et la situation particulière de chaque installation d'autre part.

Principales améliorations observées

La mise en place et l'exploitation d'installations de recherche nationales sont des entreprises multifactorielles comportant plusieurs stades de cycle de vie. L'approche de gouvernance et de gestion d'une installation est censée évoluer au fil du temps selon la maturité de l'installation. Cette évolution des pratiques, des politiques, des structures internes, observée dans l'ensemble des installations, mais le plus clairement à SNOLAB ([Pages 24 et 25](#)), fait partie du tissu même des installations.

Au début de la période de financement, ces installations nationales en étaient à différents stades de maturité opérationnelle : conception de la recherche et développement, construction, mise en service, utilisation, mise hors service, ou combinaison de celles-ci. Il en va de même pour ce qui est de leurs relations avec leur bassin d'utilisateurs et dans la façon de leur fournir l'accès. Bien que la maturité opérationnelle des installations n'ait pas été référencée, la FCI reconnaît que plusieurs d'entre elles étaient opérationnelles depuis un certain nombre d'années (par exemple, Érudit et le CCEM) tandis que d'autres commençaient à peine à agir à titre d'installations nationales (par exemple, SNOLAB et Calcul Canada).

Comme il est indiqué dans le chapitre précédent sur les conditions de financement, les douze installations ont amélioré certains aspects de leurs structures et pratiques de gouvernance et de gestion au cours de la période de contribution, même en l'absence de conditions. Bien qu'on ne puisse attribuer le mérite de ces transformations à la FCI, le personnel de cette dernière a collaboré de près avec les installations dès le départ sur le cadre de suivi pour repérer les points à améliorer par des pratiques internationales

reconnues⁵, comme la création d'un organe de direction qui reflète celle d'une installation de recherche nationale. Ces pratiques exemplaires, la FCI les diffuse non seulement dans des documents et par l'entremise de mises à jour à son cadre de suivi⁶, mais aussi en organisant des ateliers réguliers à ce sujet. Six ont eu lieu au total entre la réunion de lancement en 2011 jusqu'à celui d'automne 2018. Ces ateliers réunissent les principaux représentants de chaque installation financée. Ils sont un lieu d'échange de connaissances, d'expériences et de bonnes pratiques, en plus de permettre le réseautage entre les installations, la FCI et autres partenaires financiers. Les ateliers comprennent des présentations de conférenciers expérimentés dans la gestion et le financement de grandes installations du Canada et des États-Unis. Ils proposent des pratiques et des perspectives différentes qui peuvent être mises en application dans leurs propres installations.

Les conseils et les observations des responsables du Fonds ont été salués dans plusieurs rapports de rendement. Par exemple, le CCEM a mentionné : « avoir pu élaborer un plan de gestion détaillé sur l'atteinte des objectifs stratégiques établis dans son propre plan stratégique avec l'aide des conseils du personnel de la FCI. »

Les principaux changements apportés aux structures et aux pratiques de gouvernance et de gestion pendant la période de financement sont résumés ci-après. Les améliorations au cadre de suivi du rendement des installations seront abordées au prochain chapitre, tout comme les réalisations, les effets et les retombées des installations.

5 Ces pratiques ont été relevées et compilées à partir des connaissances acquises par la FCI à l'occasion de visites d'installations internationales, dans des collaborations avec la Commission européenne et le bureau des grandes installations de la Fondation nationale des sciences des États-Unis et aux apports directs du comité consultatif international du Fonds ainsi que des installations elles-mêmes.

6 Le document *Leçons apprises sur la gouvernance, la gestion et l'exploitation* qui a été présenté au conseil d'administration de la FCI en juin 2012; trois documents affichés depuis 2016 dans [la section du Fonds des initiatives scientifiques majeures de notre site Web](#) : Gérer l'accès des utilisateurs des installations ou des initiatives d'envergure, Rédiger un plan stratégique des installations ou des initiatives d'envergure et Gérer les risques liés aux installations ou aux initiatives d'envergure.

Amélioration des structures et pratiques de gouvernance et de gestion

La plupart des installations ont fait l'objet de vérifications internes ou externes de leur gouvernance et gestion pendant le cycle de financement. Ces vérifications ont entraîné des changements de structures et de processus. Par exemple, Calcul Canada et SNOLAB sont passés à une structure de gouvernance offrant une plus grande indépendance par rapport aux parties prenantes de leur installation. En conséquence, les deux ont revu la composition de leur conseil d'administration pour qu'il comprenne une majorité de membres indépendants tout en conservant une représentation adéquate des universités, collèges et hôpitaux de recherche ou un lien avec l'organe directeur de ces établissements.

Plusieurs installations ont aussi créé ou affiné la grille des compétences requises par les membres de leur propre organe de direction afin de compter sur la combinaison d'expériences et d'aptitudes pour prendre des décisions éclairées et pertinentes afin de garantir la réussite de l'installation. L'indépendance des membres et la création d'une telle grille sont des exemples des bonnes pratiques mises en lumière par le cadre de suivi de la FCI.

Autres mentions notables : la formation de nouveaux comités ou la rationalisation des comités consultatifs, des finances, des utilisateurs et de la planification existants. Le NGCC *Amundsen* a notamment établi quatre nouveaux comités permanents après sa constitution en société pour aider le conseil d'administration et l'équipe de direction à assurer le suivi de ses activités. Il s'agit entre autres d'un comité consultatif des utilisateurs, qui évalue de façon rigoureuse et impartiale les demandes d'accès au navire, d'un comité de développement de l'infrastructure, qui conseille sur la stratégie, les priorités et les coûts relatifs à la mise à niveau et au développement du parc d'équipements de l'installation. Le NGCC *Amundsen* a déclaré que : « ces comités sont essentiels au bon fonctionnement du conseil d'administration et à une prise de décisions éclairées. »

D'autres installations ont aussi créé ou restructuré des comités afin de faire progresser le transfert de connaissances, la transition technologique et les projets de commercialisation (le comité de commercialisation et d'engagement d'ONC, par exemple).

Un certain nombre d'établissements ont également apporté des changements à leur équipe de direction, comme la nomination d'un chef de la direction chez BIO (poste nouvellement créé) et à Calcul Canada; d'autres ont dressé des plans de relève et les ont intégrés à leurs plans stratégiques (CCEM, ONC et SNOLAB).

Plusieurs installations ont créé de nouveaux postes de gestion ou modifié leur structure de gestion pour mieux répondre à leurs besoins et à ceux de leurs utilisateurs. Par exemple, le LSF a engagé un coordonnateur scientifique pour travailler avec les utilisateurs des universités, des collèges, des hôpitaux de recherche, des gouvernements et de l'industrie, et avec l'équipe technique pour optimiser les spécifications techniques des applications prévues.

D'autres changements organisationnels comprenaient la rationalisation des postes de gestion et la définition ou la redéfinition des rôles. Le CCRS, par exemple, dans la foulée des changements apportés aux postes de cadres intermédiaires et supérieurs, a fait valoir que la structure de gestion révisée « a permis l'identification des priorités stratégiques et la focalisation subséquente sur ces priorités. »

Élaboration de plans stratégiques prospectifs et réalisables

Au début de la période de contribution, plusieurs installations n'avaient pas de structure de gouvernance complète ni de plan stratégique officiel assorti d'objectifs stratégiques bien définis (par exemple, le GCEC et BIO). Pendant le cycle de financement, et conformément aux attentes de la FCI, toutes les installations ont conçu des plans stratégiques réalisables et tournés vers l'avenir.

SuperDARN a mentionné que « les leçons tirées du cadre de suivi du Fonds et les commentaires des responsables de la recherche de

l'Université de la Saskatchewan l'avaient incité à entreprendre un processus de planification stratégique pour le consortium international. » En plus de la mise à jour de la planification stratégique des activités canadiennes, ce processus a guidé le conseil exécutif international de SuperDARN.

La planification stratégique a aussi fait en sorte que le personnel des installations a contribué à la définition des objectifs stratégiques. Érudit a indiqué que « cet exercice a engagé l'ensemble du personnel. Il a renforcé la participation de l'équipe dans la réalisation de la mission en même temps que celle des membres du conseil d'administration aux activités. »

Le GCEC a expliqué que les recommandations issues de l'élaboration de plans stratégiques et d'activités pendant la période de contribution ont été au cœur de l'accélération des essais cliniques de médicaments et de la diminution des coûts connexes auxquels il est parvenu.

Mise en place de cadres de gestion des risques

Comme le veut l'une des bonnes pratiques préconisées par la FCI, les installations ont été encouragées à concevoir et à mettre en place, durant la période de financement du Fonds, un cadre de gestion pour repérer les principaux risques (en fonction de leur exposition et portée) ainsi qu'une stratégie pour les atténuer. À quelques exceptions près (CCRS, SNOLAB et BIO), les installations n'avaient pas de cadre officiel de gestion des risques avant d'obtenir le financement du Fonds, mais à la fin du cycle, elles ont déclaré en avoir mis un en place. Les installations qui avaient déjà un registre des risques ont mentionné qu'elles avaient amélioré ou perfectionné leur cadre au cours de cette période.

Pour aider les installations à concevoir leur cadre de gestion des risques, le personnel de la FCI leur a transmis des exemples tirés de la première cohorte d'installations. Les ateliers des initiatives scientifiques majeures ont aussi consacré du temps à la gestion des risques pour permettre aux installations d'acquérir des connaissances précieuses et de découvrir, au moyen de

cas réels, la valeur de ce genre de cadre. Certaines installations ont aussi engagé des consultants pour l'élaboration de leur cadre.

Les installations rapportent qu'elles consultent régulièrement leur cadre de gestion des risques et de l'avoir intégré à leurs activités dès sa mise en place. La plupart le revoient annuellement afin de cerner les nouveaux risques et d'assurer la gestion active de ceux dont la probabilité ou les répercussions sont très élevés. Certaines installations ont pris des mesures précises pour atténuer les risques ou mis en place une stratégie à plus long terme pour aborder ou résoudre les principaux problèmes sous-jacents.

Les trois principaux risques déclarés par les douze installations concernent les aspects suivants :

- Ressources humaines (difficulté d'embaucher ou de retenir des employés; perte de compétences cruciales; planification de la relève).
- Viabilité financière de l'installation (obtention des revenus suffisants pour assurer l'exploitation et la maintenance; perte du financement de la FCI ou d'un autre partenaire financier essentiel).
- Efficacité et fiabilité opérationnelles (interruption des services ou de la collecte de données; pannes des systèmes; problèmes de cybersécurité).

Les autres risques clés dépendent largement de la nature et de la complexité de l'infrastructure. Par exemple, l'un des risques les plus graves pour le NGCC *Amundsen* est la modification de son itinéraire par la Garde côtière canadienne (propriétaire du navire) pour mener des interventions de recherche et de sauvetage ou livrer des biens à des collectivités éloignées, par exemple, reportant ainsi toutes ses activités scientifiques planifiées.

Parmi les autres risques plus fréquents :

- Pour les installations qui dépendent de technologies à l'évolution rapide, la difficulté de rester à la fine pointe de leur domaine (CEEM, LSF, BIO et TCP).

- Pour les installations ayant certaines faiblesses de structures de gouvernance et de gestion, les risques liés aux enjeux de gouvernance, de droit et de responsabilité.
- Pour les installations les plus grandes et complexes ou plus étroitement réglementées, les risques se rapportant à la santé, à la sécurité, aux dangers ainsi qu'à la conformité réglementaire (CCRS, SNOLAB, ONC, TCP et NGCC *Amundsen*). Par exemple, TCP doit observer des lois et des règlements divers (comme la certification de la conformité et les lignes directrices du Conseil canadien de protection des animaux) pour continuer ses activités, ce qui nécessite une supervision serrée par toutes ses parties prenantes, y compris des experts du domaine.
- Pour les installations orientées vers le service et recevant un soutien important sous forme des frais d'utilisation, la diminution de l'engagement ou de l'intérêt des utilisateurs.

Promotion d'une culture d'amélioration continue

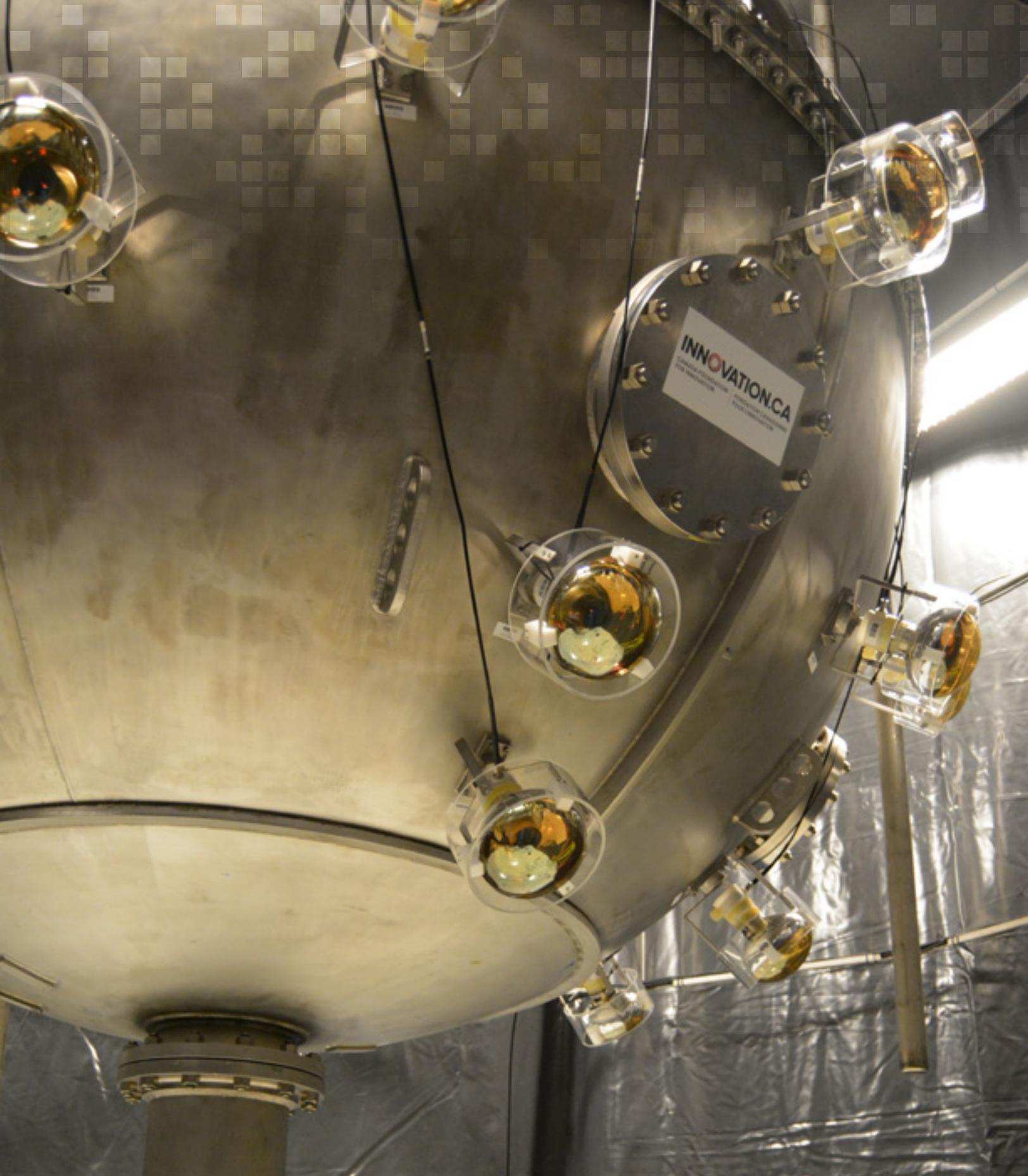
Plusieurs installations ont d'abord exprimé des réserves sur la nécessité et les avantages de la mise en œuvre de pratiques de gouvernance et de gestion issues du secteur privé. Elles croient que ces pratiques « ne s'appliquent pas » à leur situation puisqu'elles leur paraissent trop bureaucratiques et trop coûteuses en ressources, risquant ainsi de ralentir la prise de décision, ou alors qu'elles ne peuvent être adaptées aux valeurs d'une organisation axée sur la recherche.

En réalité, toutes les installations sont en concurrence dans un environnement où de bonnes pratiques de gouvernance et de gestion sont devenues des nécessités.

Plusieurs installations ont indiqué que les mesures prises par la FCI depuis 2012 les

ont convaincues que certains ajustements valaient la peine, ceux-ci pouvant avoir une incidence positive sur leur rendement et leur viabilité à long terme.

Les rapports de rendement révèlent que les efforts de la FCI pour instaurer une culture d'amélioration continue ont été fructueux. Les douze installations ont fait évoluer leurs structures de gouvernance et de gestion en fonction du stade de cycle de vie, de la complexité et de la nature de leur organisation. Parmi les changements observés : structures de gouvernance et de gestion améliorées, plans stratégiques évolutifs et suivi et atténuation des risques. Plusieurs installations se sont explicitement engagées à continuer de surveiller, d'adapter et d'améliorer leur gouvernance et leur gestion au fil du temps.



▲ [SNOLAB](#) est un laboratoire de physique souterrain situé à deux kilomètres de profondeur, dans la mine de nickel Creighton de Vale. Il se consacre principalement à l'étude d'interactions extrêmement rares entre les astroparticules.

Étude de cas : appui de la FCI à la transformation de SNOLAB en une installation à expériences multiples

L'appui que la FCI a apporté à SNOLAB entre 2007 et 2012, période de transformation de SNOLAB de l'expérience fondatrice nommée « l'observatoire de neutrino de Sudbury », lauréate d'un prix Nobel, en une installation où l'on peut mener plusieurs expériences en parallèle, peut être considéré comme un précurseur du Fonds des initiatives scientifiques majeures. La FCI a donné son appui financier à SNOLAB pour entreprendre cette expansion, lui versant également des sommes annuelles pour couvrir une partie de ses besoins relatifs à l'exploitation et à la maintenance.

Comme cet arrangement spécial s'accompagnait de conditions supplémentaires sur le plan de la gestion responsable, la FCI a mandaté une entreprise en 2008 afin d'évaluer les structures de gouvernance et de gestion de SNOLAB. Ceci a mené à la recommandation de plusieurs changements dont la FCI s'est chargée d'en superviser la réalisation au cours des années suivantes. Puis en 2011, lors de l'évaluation initiale du Fonds, bien que le comité d'évaluation ait reconnu les progrès importants accomplis dans la gouvernance et la planification stratégique jusqu'à cette date, il a relevé divers nouveaux points à améliorer compte tenu de l'évolution de l'installation depuis la phase de construction jusqu'à sa pleine exploitation.

L'imposition de ces conditions en 2012 a fait que SNOLAB a de nouveau revu complètement ses structures de gouvernance et de gestion. Cet examen a mené à une nouvelle structure du conseil d'administration de manière à assurer une plus grande indépendance des administrateurs, à une séparation nette entre la gouvernance et la gestion, ainsi qu'à des structures hiérarchiques mieux définies pour la haute direction.

La structure de gestion a aussi évolué afin de mettre davantage l'accent sur la réalisation du programme scientifique, l'un des principaux risques pour la réputation de SNOLAB puisque son succès en tant qu'installation est fondamentalement lié à la réussite des expériences qui y sont menées. Par conséquent, son organigramme a été scindé en deux divisions : scientifique et infrastructure; le bureau de la direction a aussi été divisé entre les services fondamentaux et les services de gestion des risques.

Une autre amélioration notable a été l'adoption d'un système de cycle de vie de projet qui dicte désormais tous les aspects de la gestion des projets menés à SNOLAB, de l'expression d'intérêt initiale jusqu'à la mise hors service complète de l'expérience.

La structure de gestion révisée, jumelée au système de cycle de vie, a permis de gérer les ressources de l'installation de façon optimale, selon des priorités bien définies.

Le comité d'évaluation de mi-parcours du Concours 2014¹ du Fonds et les comités de 2017 ont été impressionnés par les changements décrits ci-dessus. Ils ont convenu que la gouvernance encadrée de politiques, la nouvelle structure de gestion et le système de cycle de vie de SNOLAB établissent les plus hautes normes pour les grands laboratoires internationaux.

Même si l'exécution du programme scientifique reste un sujet de préoccupation dans le nouveau cycle de financement, auquel se rattachent plusieurs conditions, les comités de 2017 ont reconnu que la nouvelle structure a, jusqu'à présent, contribué à atténuer les risques associés aux défis posés par son programme expérimental.

Le modèle de gouvernance de SNOLAB s'apprête à prendre un autre grand virage parce que le laboratoire, qui fonctionne jusqu'à maintenant sous la tutelle d'un consortium d'universités, compte possiblement se constituer en société à but non lucratif afin d'aborder certaines difficultés restantes, à savoir les risques associés au fonctionnement dans une mine en exploitation.

1 Les installations financées de 2012 à 2017 ont fait l'objet d'une évaluation de mi-parcours par un comité d'experts en 2014, lequel a déterminé le montant de la FCI pour les deux dernières années de financement des initiatives scientifiques majeures. Les installations financées au concours spécial de 2014 n'étaient pas sujettes à une telle évaluation, vu la courte durée de leur financement.



IMPACTS ET RETOMBÉES

Les chapitres précédents ont montré comment la stabilisation du financement opérationnel avait permis aux installations d'optimiser l'affectation des ressources pour maximiser leurs capacités et mieux servir leur bassin d'utilisateurs. Ils ont aussi illustré comment la promotion des pratiques exemplaires avait incité les installations à modifier leurs structures et pratiques de gestion et de gouvernance pour accroître leur rendement global. Comme le résume Érudit dans son rapport, le soutien financier du Fonds des initiatives scientifiques majeures mène à une « professionnalisation » des installations nationales canadiennes et leur permet de penser de manière plus stratégique.

Autrement dit, le soutien du Fonds aide les installations à mieux accomplir leur mission, à savoir, mener des activités de recherche de calibre mondial. Le présent chapitre met précisément en lumière les réalisations, les impacts et les retombées découlant de leurs activités principales.

Similarités entre les objectifs stratégiques et les domaines d'impact des installations

Questionnées sur leurs principales réalisations et les principaux résultats obtenus durant la période de financement, toutes les installations ont déclaré des réalisations conformes à leur mission ou à leurs buts et objectifs stratégiques – ce qui est attendu de toute bonne planification stratégique.

L'examen des plans stratégiques des douze installations a fait ressortir des éléments communs entre elles, comme l'objectif de faciliter une recherche scientifique de premier plan ou de fournir une infrastructure offrant une capacité et des possibilités de recherche de pointe. La sensibilisation auprès d'un vaste bassin d'utilisateurs et la formation de personnel hautement qualifié⁷ étaient aussi des buts implicites ou explicites communs. Les autres objectifs stratégiques variaient selon la nature de la recherche et de la relation de l'installation avec son bassin d'utilisateurs. Parmi les priorités les plus courantes des installations comptaient l'offre de services concurrentiels et de grande qualité, la

visibilité et la réputation internationales, la réceptivité aux besoins de l'industrie, l'efficacité opérationnelle, la pérennité et la santé et sécurité du personnel.

Par conséquent, les domaines d'impact et les retombées les plus souvent mentionnés concernaient les éléments communs trouvés dans l'énoncé de mission et les objectifs de la majorité des installations, dont plusieurs sont intrinsèquement interconnectés.

L'impact le plus largement relevé concerne la qualité de la recherche menée à l'installation. Les installations ont déclaré une capacité accrue à effectuer de la recherche et à faire progresser le savoir dans les champs de recherche qu'elles soutiennent, ainsi qu'une capacité accrue à collaborer avec les chercheurs canadiens et internationaux. Les installations ont également produit plus de publications. L'investissement dans les ressources humaines et le maintien d'une infrastructure de pointe, comme il a été mentionné dans

⁷ Le personnel hautement qualifié comprend les techniciens, les stagiaires postdoctoraux, les étudiants de premier cycle et des cycles supérieurs, mais non le personnel employé (ressources humaines) dans les installations.

la section Évolution des dépenses pendant la période de financement (Page 12), s'est traduit par une amélioration des services et de l'accès des utilisateurs.

Ces améliorations ont eu un impact positif sur la réputation nationale et internationale ainsi que sur la productivité des installations et des chercheurs utilisant leurs ressources. Selon les installations, le rehaussement de leur réputation les aide à attirer de nouveaux utilisateurs ainsi que des chercheurs de haut calibre et du personnel hautement qualifié, comme utilisateurs ou membres du personnel. Un impact semblable a été rapporté en ce qui concerne l'aptitude des installations ou des chercheurs à obtenir du financement supplémentaire auprès d'organismes fédéraux et de sources internationales.

Les installations affirment aussi que le soutien du Fonds a permis de renforcer

la formation et le développement des compétences du personnel hautement qualifié et d'accroître les collaborations et les partenariats avec le secteur privé. À la section Partenariats avec l'industrie et transfert technologique, il est fait état de résultats au chapitre du transfert technologique, notamment la création de propriété intellectuelle (Page 39). Questionnées sur les effets sur l'innovation locale ou régionale, les installations ont rapporté des retombées principalement économiques, c'est-à-dire qu'elles ont fourni de l'emploi à la population locale et généré des revenus pour elles-mêmes et leurs partenaires par la conclusion de contrats ou d'ententes de service, tout en permettant à l'industrie locale de développer ses capacités de recherche et développement.

Mise en œuvre d'une stratégie de mesure du rendement

Il ne fait aucun doute que la mise en œuvre d'une stratégie de mesure ou d'un système de suivi du rendement est avantageuse à tous les types d'organisations, car elle favorise une gestion efficace et une plus grande pérennité. L'adoption d'indicateurs de rendement clés, à condition qu'ils concordent avec les objectifs de l'organisation et qu'ils soient mesurables et réalistes, est au cœur de cette stratégie.

Si la FCI exige que toutes les installations financées par le Fonds précisent un ensemble d'indicateurs de rendement clés (ou, parfois, améliorent ceux existants), c'est pour les aider à mieux définir et mesurer la réalisation de leur vision, de leur mission et de leurs principaux buts et objectifs organisationnels, et à assurer leur pertinence scientifique et stratégique à long terme.

Comme les indicateurs de rendement clés contribuent aussi à la communication efficace des résultats et des réalisations, ils sont d'une grande utilité pour la FCI : ils fournissent des preuves appuyant l'atteinte des objectifs du programme et démontrent l'effet des investissements pour les parties prenantes.

Dès sa toute première version du cadre de suivi du Fonds, la FCI a reconnu que son approche de suivi devait être adaptée à la nature et à la complexité de chaque installation. Les indicateurs de rendement clés ne faisaient pas exception. Comme chacune des douze installations financées a collaboré étroitement avec le personnel de la FCI pour définir ou affiner son ensemble d'indicateurs de rendement clés, il était primordial que l'ensemble final à chaque installation reflète son contexte unique et ses principaux facteurs de réussite. Ainsi, le nombre d'indicateurs de rendement clés suivis et devant être reportés à la FCI chaque année variait selon les installations et se situait entre 7 et 19.

Malgré cette personnalisation, des similitudes demeuraient en raison des objectifs organisationnels semblables de la plupart des installations. Trois indicateurs de rendement clés étaient communs à toutes les installations – l'accès à l'installation (nombre d'utilisateurs), les contributions à la formation du personnel hautement qualifié et le transfert de connaissances ou l'avancement des programmes de recherche (nombre de contributions

scientifiques) – mais même dans ces trois cas, les définitions précises et les méthodes de collecte différaient grandement entre les installations.

Le nombre de contributions techniques et de partenariats industriels, le niveau

d'utilisation de l'installation et le degré de satisfaction des utilisateurs comptaient au nombre des indicateurs fréquemment cités. (Pour en savoir plus sur les leçons à retenir sur la gestion du rendement, voir l'[Annexe D](#).

Prestation des services et accès aux utilisateurs améliorés

Conformément à leur raison d'être qui consiste à servir un bassin de chercheurs, les douze installations ont essayé d'améliorer la qualité de leurs services et la satisfaction de leurs utilisateurs. Elles ont aussi cherché à accroître ou à diversifier leur bassin d'utilisateurs.

Augmentation du nombre d'utilisateurs

Chaque installation a reçu la consigne de déclarer le nombre estimé d'utilisateurs de ses ressources chaque année. Seules quelques-unes ont fourni la répartition des utilisateurs par secteur (universitaire, collégial, hospitalier, public, privé) ou domaine de recherche. Étant donné la nature diversifiée des installations, la définition de ce qui constitue un utilisateur variait d'une installation à l'autre. En règle générale, celles qui offrent des données ou des ressources accessibles principalement à distance (par exemple, BIO et ONC) ont déclaré le nombre d'utilisateurs de données (ou une mesure indirecte de ce nombre), tandis que celles qui offrent l'accès à des instruments sur place (par exemple, SNOLAB, le CCRS et le NGCC *Amundsen*) n'ont déclaré que les utilisateurs présents sur les lieux (même si d'autres types d'utilisateurs, de données ou de résultats, existaient mais n'étaient pas comptabilisés ou rapportés). En revanche, d'autres installations de la même catégorie ont bel et bien inclus les utilisateurs des données ou des résultats obtenus à l'installation, même si ceux-ci ne s'y rendaient pas physiquement. De plus, le nombre d'utilisateurs admis sur place en tout temps était limité dans certaines installations (40 dans le cas du NGCC *Amundsen*). BIO, lui, a fait un suivi distinct du nombre d'utilisateurs externes qui avaient soumis des échantillons physiques pour analyse séquentielle (plus de 200 par année

en moyenne) et du nombre d'utilisateurs de sa base de données de codes barres de la vie (17 000 utilisateurs annuellement, dont 90 pour cent se trouvent dans 135 autres pays). Dans les cas où plus d'un indicateur a été fourni, la FCI a choisi celui qui semblait le plus compatible avec celui des autres installations.

En raison des multiples définitions d'un utilisateur, des défis associés à la fiabilité de la collecte des données ([Annexe A](#)) et de la nature de l'installation elle-même, le nombre d'utilisateurs déclarés variait grandement d'une installation à l'autre ([Figure 5](#)). Ce nombre passait d'une poignée d'utilisateurs, dans le cas d'Érudit, à plusieurs centaines (SNOLAB, CCEM, TCP et GCEC) et à près d'un millier pour le CCRS. ONC et BIO comptaient de loin le plus grand nombre d'utilisateurs de données (respectivement 12 300 et 17 000 utilisateurs canadiens et internationaux par année) tandis que Calcul Canada a déclaré un peu plus de 3100 utilisateurs confirmés par année.

Toutes les installations sauf Érudit, en raison de difficultés discutées à l'[Annexe A](#), ont rapporté une croissance de leur base d'utilisateurs au cours des trois ou cinq années de financement, de 3 pour cent (CCEM) à 72 pour cent (ONC) – pour une moyenne de près de 40 pour cent au cours des trois dernières années seulement. Cette croissance indique que le soutien reçu du Fonds a permis aux installations de continuer à servir un important bassin de chercheurs (comme il a été estimé à l'étape de l'évaluation initiale), mais également qu'elles ont réussi à être utiles à un bassin d'utilisateurs encore plus large. Dans le cas d'ONC, un changement dans la méthode de collecte des données à mi-parcours explique le saut observé, bien qu'une croissance constante soit observée chaque année depuis le changement de méthodologie. ONC a aussi

précisé la proportion de chercheurs et de responsables de projets dans son bassin d'utilisateurs, ce nombre passant de 180 en 2012 à plus de 500 en 2017. Les utilisateurs de Calcul Canada ont aussi augmenté de dix pour cent annuellement, ce qu'ils expliquent comme étant dû au fait que le calcul informatique de pointe est de plus en plus essentiel pour mener des activités de recherche et de l'innovation concurrentielles à l'échelle internationale, ainsi qu'aux efforts de communication soutenus déployés par

ses quatre organisations régionales auprès de leurs communautés de chercheurs respectives.

En résumé, l'estimation totale du nombre d'utilisateurs profitant des douze installations au cours des trois dernières années de financement, s'élevait à environ 35 000 utilisateurs par année. Tel que discuté dans l'[Annexe A](#), ce nombre est probablement une sous-estimation.

Les douze installations ont soutenu près de 35 000 utilisateurs par année



Figure 5 : Nombre annuel moyen d'utilisateurs déclarés par chaque installation au cours des trois derniers exercices financiers du cycle de financement (2014-2017). Chacune avait sa propre définition du mot Utilisateur. Dans la plupart des cas, les chiffres rapportés sont également sous-estimés. Par conséquent, toute comparaison entre les installations est d'utilité limitée. Pour obtenir plus de détails, il faut consulter la section Augmentation du nombre d'utilisateurs ([Page 28](#)) ainsi que l'[Annexe A](#).

Amélioration de l'accès aux ressources des installations

La méthode d'octroi d'accès aux utilisateurs dépend du type de ressources et de services de l'installation. Des douze installations, huit ont mis en place un système d'examen de l'accès; il s'agit habituellement, mais pas toujours, d'une évaluation par les pairs ou d'un comité. Deux installations ont adopté une approche mixte qui offre quelques ressources seulement en accès libre. Dans le cas de SuperDARN, il s'agit de données alors qu'à Calcul Canada, cela se traduit par une quantité de ressources informatiques « modérées » (modèle d'attribution par défaut). Quatre installations (BIO, Érudit, CCEM et ONC) se sont dotées pour leur part d'une politique d'accès entièrement libre. Enfin, certaines ont établi une

structure de frais d'utilisation, peu importe le type d'accès qu'elles offrent.

Au cours de la période de financement, plusieurs installations ont amélioré l'accès aux utilisateurs, augmentant ainsi leur degré d'utilisation de même que leur rayonnement auprès de nouveaux utilisateurs ou de nouvelles communautés. Le CCEM, par exemple, a mis en place des systèmes de réservation, d'accès à distance et de collecte de données en ligne. Ainsi, le CCEM a accru son efficacité et quantifie de façon plus juste les données sur l'accès par les utilisateurs. ONC a déclaré que le soutien apporté par le financement du Fonds « était le facteur le plus important qui lui a permis de fournir un accès à l'installation pendant la période de financement, sans lequel il n'aurait pu livrer et archiver des données, ni assuré le

soutien aux utilisateurs, le développement Web ou les opérations en mer ». Le portail Ocean 2.0 a attiré 56 000 visiteurs depuis son lancement au début de la période de contribution financière. En plus d'ONC, le NGCC *Amundsen* est l'installation qui a rapporté le développement le plus complet dans ce domaine : son mécanisme d'attribution du temps-navire a été entièrement revu à la suite des recommandations du comité d'évaluation de la FCI. L'installation a conçu un processus officiel de demande de temps-navire et a formé un comité consultatif indépendant. Elle a aussi complètement remanié son site Web afin d'améliorer la visibilité de l'infrastructure auprès des utilisateurs actuels et potentiels issus des milieux universitaire, collégial, hospitalier, gouvernemental ou privé, qu'ils soient canadiens ou étrangers.

Niveau d'utilisation de l'installation

Dans le cadre des efforts visant à évaluer le rendement de leurs opérations, les installations devaient quantifier le niveau d'utilisation par rapport à leur capacité potentielle. C'est probablement l'indicateur dont la définition était la plus variable d'une installation à l'autre, et ce, parce que celui-ci se définit par rapport au contexte opérationnel propre à chaque installation. Généralement, il s'agit de mesurer la proportion du temps qu'une ressource était activement employée par le bassin d'utilisateurs par rapport à sa disponibilité.

Toutes les installations avaient pour priorité de maximiser l'utilisation de leurs ressources

Formation et perfectionnement des utilisateurs, des employés et du personnel hautement qualifié

La majorité des installations financées par le Fonds s'engagent explicitement dans leurs plans stratégiques à soutenir la formation des utilisateurs, des employés et du personnel hautement qualifié, y compris la prochaine génération de scientifiques.

Dans le cas du LSF, une utilisation de 100 pour cent signifiait que ses quatre lasers étaient entièrement opérationnels et utilisés pour la recherche pendant au moins 36 semaines par année (les 16 autres semaines étant réservées à la maintenance). À Calcul Canada, « les niveaux d'utilisation sont calculés selon le pourcentage de temps pendant lequel les ressources d'un nœud de calcul sont affectées à un travail, par rapport au temps de disponibilité des ressources de ce nœud. » Il ressort clairement des réponses reçues que toutes les installations avaient pour priorité de maximiser l'utilisation de leurs ressources. Si l'on tient compte de l'ensemble des circonstances, les douze installations disent avoir atteint ou dépassé leurs cibles pour cet indicateur. Selon l'examen des rapports de rendement de fin de cycle de 2017, il a été établi que cet indicateur devait être mieux défini pour le cycle de financement 2017-2022.

Satisfaction des utilisateurs

Bien que les installations n'aient pas toutes été en mesure de quantifier la satisfaction de leurs utilisateurs, celles qui ont recouru à des sondages auprès des utilisateurs pour l'entièreté du cycle de financement (NGCC *Amundsen*, LSF, Calcul Canada, CCRS et CCEM) rapportent toutes un degré élevé de satisfaction de la part des utilisateurs. TCP affirme que la création d'un poste de coordonnateur des services à la clientèle a grandement amélioré la communication et la satisfaction des clients. Les 17 installations financées dans le concours 2017 mènent désormais toutes des sondages auprès des utilisateurs.

Augmentation du personnel hautement qualifié

Le nombre de membres de personnel hautement qualifié bénéficiant des ressources de l'installation est l'un des indicateurs de rendement pour lesquels toutes les douze installations ont rendu

compte dans leur rapport de rendement. Pour quelques-unes, ce nombre comprenait les employés de l'installation (comme les techniciens). SNOLAB et ONC ont également inclus les participants aux ateliers et aux conférences. Certaines installations, comme le NGCC *Amundsen*, ont déclaré seulement le personnel hautement qualifié présent sur les lieux, alors que d'autres ont aussi compté ceux qui n'utilisaient que les données sans être sur place. Ce constat montre la variabilité de cette mesure entre les installations financées au dernier cycle. De plus, puisque l'exactitude des totaux comptabilisés est limitée par la capacité des installations à estimer le nombre de leurs utilisateurs, les mesures sont probablement sous-estimées. Au cours des trois dernières années, ce sont près de 11 000 membres du personnel hautement qualifié annuellement (Figure 6). De toutes les installations financées, Calcul Canada est celle qui dénote le plus grand nombre, soit 68 pour cent du total.

Le Fonds a contribué à la formation de milliers d'entre eux. Particulièrement des étudiants des cycles supérieurs d'établissements affiliés qui, dans leur formation et leurs projets de recherche, utilisent les installations et leur infrastructure sur place ou leurs données collectées ou divulguées. Il s'agit aussi de responsables de l'exploitation des installations (comme des adjoints de recherche et des techniciens), bien que ces derniers ne soient généralement pas pris en compte dans l'indicateur de rendement du personnel hautement qualifié.

Presque toutes les installations rapportent que le nombre d'utilisateurs et de membres de personnel hautement qualifié a crû pendant la période de financement. En fait, au cours des trois dernières années du cycle de financement, le nombre total a augmenté de 19 pour cent. Toutefois, cette croissance n'est pas toujours directement proportionnelle au nombre d'utilisateurs comptabilisés. En effet, le nombre de membres de personnel hautement qualifié a augmenté plus rapidement que le nombre d'utilisateurs dans huit des douze installations. Par exemple, à l'ONC, le nombre d'utilisateurs a augmenté de 72 pour cent et le nombre de membres de personnel hautement qualifié de 220 pour cent. Par contre, si le nombre d'utilisateurs

du BIO a crû de 48 pour cent, son nombre de membres de personnel hautement qualifié n'a progressé que de 1,4 pour cent.

Formation des employés

Les installations ont aussi indiqué que le Fonds a joué un rôle essentiel dans la formation obligatoire et le perfectionnement professionnel des employés, deux volets essentiels au maintien de leurs compétences et à la rétention du personnel hautement qualifié. Elles ont par ailleurs amélioré leurs activités de formation de leur personnel comme les techniques et méthodes scientifiques, le matériel de pointe et la réglementation évoluent rapidement. Les employés ont pu assister à des ateliers spécialisés au Canada ou à l'étranger, ou suivre des formations données par les fabricants et les fournisseurs sur les méthodes les plus récentes, les nouvelles fonctions de logiciel, les « astuces » pour obtenir de meilleures données et quoi faire ou ne pas faire lorsqu'on manipule des instruments. Ce type de formation contribue à maintenir le niveau élevé de compétence du personnel et à améliorer significativement les méthodes d'utilisation des instruments scientifiques spécialisés et le fonctionnement général des installations. Par exemple, en 2015, Calcul Canada est devenu un partenaire national de Software Carpentry, un organisme international qui offre des ateliers aux chercheurs pour acquérir les compétences de base requises pour utiliser efficacement les ressources de calcul informatique de pointe en recherche.

En 2017, Calcul Canada a conclu un protocole d'entente pour accréditer ses propres formateurs afin de joindre plus de personnes. Ce type de partenariat a pu voir le jour grâce au soutien offert par le Fonds et à la structure organisationnelle de l'installation.

Puisque ces installations sont hautement spécialisées, elles ont souligné au nombre de leurs réussites la formation de leur personnel et des membres de personnel hautement qualifié, et l'utilité des connaissances que ceux-ci acquièrent pour leur carrière en recherche ou dans d'autres domaines. Selon les installations, le soutien offert par le Fonds leur permet donc de former une nouvelle main-d'œuvre pour l'économie du savoir, qui est en pleine expansion.

Près de 11 000 membres de personnel hautement qualifié rapportés chaque année

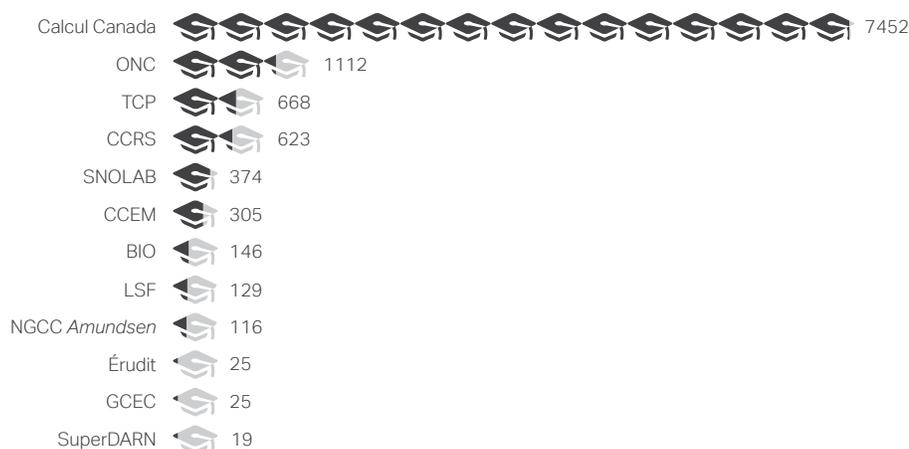


Figure 6 : Nombre annuel moyen de membres de personnel hautement qualifié déclarés par chaque installation au cours des trois derniers exercices financiers du cycle de financement (2014-2017). La définition de Personnel hautement qualifié varie considérablement d'une installation à l'autre, comme il a été précisé à la section Augmentation du personnel hautement qualifié (Page 31). Ainsi, il est difficile de comparer les données. Le nombre de membres de personnel hautement qualifié dépend aussi du nombre d'utilisateurs déclarés. Pour en savoir plus, voir la section Augmentation du nombre d'utilisateurs (Page 28) et l'Annexe A.

Diversité des formations offertes

Les installations proposent une grande diversité de formations et d'approches pédagogiques. Le CCEM, TCP et BIO offrent, dans un large éventail de disciplines scientifiques, des séances de formation individuelles pratiques dans le cadre d'expériences d'avant-garde au moyen d'équipement de pointe. De plus, le soutien du Fonds a permis de stimuler l'utilisation de nouvelles techniques et méthodes fondamentales dans des exercices de formation pratique lors d'ateliers, de séminaires, de cours d'été ou de la formation à la maîtrise ou au doctorat. Ces améliorations ont probablement contribué de manière importante à la hausse du nombre de membres de personnel hautement qualifié attirés par ces installations.

Le CCRS a offert un bon exemple de l'étendue des possibilités de formation offertes aux membres de personnel hautement qualifié : « Les formations offertes par le CCRS peuvent prendre plusieurs formes, notamment une formation formelle spécifique à une application du rayonnement synchrotron. Des écoles d'été sont offertes

annuellement aux diplômés et aux étudiants des cycles supérieurs depuis 2006. Récemment, les cours étaient axés sur certains champs secondaires de la science dans le but d'attirer de nouveaux clients ou d'aider les clients actuels à améliorer leur rendement. Ces écoles offrent une expérience pratique sur l'utilisation de nos lignes de lumière. »

Plusieurs des plus grandes installations rapportent avoir commencé à offrir des formations à l'extérieur du Canada et à une grande variété d'utilisateurs (par exemple, des entreprises voulant se servir de nouvelles technologies ou tester de nouvelles approches de production). Ces formations s'échelonnent sur quelques jours (par exemple, visite d'une installation ou d'un atelier) ou sur plusieurs années, comme c'est le cas pour les utilisateurs fréquents. Par exemple, outre la formation du personnel, le GCEC a offert une formation aux jeunes chercheurs comprenant une séance bisannuelle de trois jours sur les essais cliniques et un atelier à son assemblée annuelle du printemps. Ces deux activités sont des éléments essentiels à la réalisation du mandat du GCEC, qui consiste à mieux former les chercheurs et à en former

davantage, en mettant l'accent sur les essais cliniques dans l'environnement de recherche au Canada.

Institut activement engagé dans des activités de formation et de renforcement des capacités aux échelles nationale et internationale, BIO offre depuis 2014 des modules de formation allant de l'introduction aux codes à barres de l'ADN aux applications médico-légales de cette technologie. À lui seul, le cours d'introduction a attiré 140 participants

venus de 60 pays, notamment des étudiants des cycles supérieurs, des scientifiques universitaires et gouvernementaux, des chercheurs en entreprise et des formateurs. BIO a également offert un programme complet de formation en recherche sur les codes à barres de l'ADN à plus de 40 chercheurs chevronnés et responsables de politiques provenant de 16 pays en voie de développement.

Excellence en recherche et avancement des connaissances

Les installations ont rapporté être mieux outillées pour faire avancer les connaissances dans les nombreux domaines de la recherche qu'elles soutiennent collectivement. Outre l'abondance de publications scientifiques, on dénote l'amélioration de la qualité, de la disponibilité des données scientifiques et de l'accès aux données pour les utilisateurs à distance, et la mise au point de nouveaux outils et de nouvelles techniques de recherche. De plus, certaines des installations ont été les premières à obtenir des résultats en utilisant de nouvelles méthodes et de nouveaux matériaux. Toutes les avancées ne se sont cependant pas traduites en publications. En effet, dans certains cas, l'adoption directe des connaissances par la communauté a constitué une excellente démonstration de leurs retombées, comme en témoigne la section Avancement des connaissances ([Page 35](#)).

Nombre de contributions scientifiques

Les installations devaient rendre compte du nombre de contributions scientifiques annuel attribuable à l'utilisation de leurs ressources. Le nombre moyen de contributions scientifiques des douze installations était d'environ 3300 par année ([Figure 7](#)). Les deux tiers de ces publications ont été rapportés par Calcul Canada. Une analyse bibliométrique des revues scientifiques publiées par les utilisateurs de ce dernier au cours des deux dernières années de la contribution du Fonds montre « qu'au vu des résultats pondérés par champ, les indices de citations pour les publications rendues possibles par Calcul Canada sont supérieurs d'au moins 90 pour cent à la moyenne mondiale et 30 pour cent à la moyenne canadienne. »

Près de 3300 contributions scientifiques rapportées chaque année



Figure 7 : Nombre annuel moyen de contributions scientifiques comptabilisées pour chaque installation au cours des trois derniers exercices financiers du cycle de financement (2014-2017). Le nombre déclaré de contributions scientifiques est souvent, sinon toujours, sous-estimé ([Annexe A](#)).

Malgré les difficultés éprouvées par les installations pour recueillir et évaluer avec exactitude leur production scientifique ([Annexe A](#)), les douze installations rapportent un nombre constant ou croissant de publications, ce qui sous-entend qu'elles ont toutes réussi à maintenir ou à améliorer leur contribution scientifique pendant la période de financement.

ONC et le GCEC sont les deux organisations ayant affiché la croissance la plus élevée pendant la période de financement par le Fonds, soit 230 pour cent pour ONC (de 60 à 196 publications) et 290 pour cent pour le GCEC (de 28 à 109 publications). Le GCEC a affirmé que ce soutien financier lui a permis d'accroître substantiellement le nombre d'essais sur des médicaments. Son bassin d'utilisateurs s'est également accru de près de 30 pour cent sur la même période. Dans le cas d'ONC, une partie de l'augmentation des contributions a pu être attribuée à un meilleur suivi de la production des utilisateurs, mais la croissance annuelle du nombre de ses publications était nettement supérieure à celle des installations internationales similaires, comme le démontre l'étude de cas d'ONC ([Pages 41 et 42](#)). SuperDARN a rapporté que malgré le fait qu'elle n'exploite que cinq des 35 radars existants dans le monde

entier, la petite équipe de l'Université de la Saskatchewan a contribué à 26 pour cent des publications du réseau jusqu'en date de 2017.

Qualité de la recherche

Une grande partie du nombre élevé de contributions scientifiques portait sur des résultats de recherches de haut calibre. D'importants résultats ont été publiés dans des revues avec comité de lecture prestigieuses comme *Science*, *Nature* et le groupe de revues du groupe *Nature*, *The New England Journal of Medicine*, *Angewandte Chemie*, *The Lancet Oncology*, *The Journal of the American Medical Association Oncology*, *Proceedings of the Royal Society B : Biological Sciences*, *Methods in Ecology and Evolution* et *Physical Review Letters*, pour ne nommer que celles-là.

Les installations ont comptabilisé une foule de publications dans des revues à fort indice de citations, dont :

- Les travaux récents du CCEM dans les domaines de la spectroscopie et de la plasmonique ont été publiés dans des revues prestigieuses, comme *Nano Letters* et *Physical Review Letters*, et sont considérés comme des travaux d'avant-garde entraînant un changement de paradigme. De plus, grâce aux

capacités de pointe du CCEM, les chercheurs ont découvert de nouveaux matériaux qui pourraient améliorer la puissance et la durée de vie des piles et des batteries, selon un article paru dans *Nature Energy*.

- Les ressources de Calcul Canada ont permis à Edward Sargent, Ph. D., Université de Toronto, de battre un record mondial grâce à un nouveau catalyseur au tungstène visant à séparer l'eau en ses composants de base (hydrogène et oxygène). Ce procédé est trois fois plus efficace que celui qui avait servi à établir le record précédent. Dans le domaine de l'intelligence artificielle, Calcul Canada a aidé Michael Bowling, Ph. D., Université de l'Alberta, à résoudre un jeu de nature « imparfaite » (le poker Texas Hold'em), une percée publiée dans la revue *Science* en 2015. Les travaux de Yoshua Bengio, Ph. D, Université de Montréal, sur l'optimisation des réseaux de neurones ont été sélectionnés par le magazine français *La Recherche* comme l'une des 10 découvertes qui ont marqué l'année 2015.

Avancement des connaissances

Les installations ne font pas que publier des articles dans des revues prestigieuses : elles font également avancer les connaissances au profit de la communauté scientifique dans des domaines qui ont des impacts dans le monde réel :

- Ainsi, le CCRS a permis de réaliser des progrès dans les domaines des sciences de l'environnement relativement aux techniques de décontamination des mines, à l'efficacité de l'extraction du pétrole lourd, aux catalyseurs à haute efficacité pour le raffinage du pétrole, aux ressources renouvelables, au stockage de l'énergie, à la décontamination des eaux souterraines et à l'assainissement des sols et des eaux contaminés par des métaux lourds. De plus, dans le domaine des études agricoles, le CCRS a contribué à faire progresser les connaissances en matière de développement des plantes et des récoltes, de fertilisants, de résistance à la température et à la sécheresse, et de gestion des sols.

- SuperDARN Canada a mené d'importantes améliorations opérationnelles et technologiques ayant un impact sur tout le réseau SuperDARN International. En voulant améliorer la qualité des données, la section canadienne a réalisé d'importants progrès logiciels pendant la période de financement, particulièrement pour ce qui est du programme utilisé par tous les sites de SuperDARN pour transformer les données radar en paramètres physiques utiles. Bien que ces travaux ne soient qu'à l'étape des essais, le réseau SuperDARN International a accepté de standardiser le logiciel et d'en appliquer les normes à toutes les données accumulées depuis 1990. Par ailleurs, la section canadienne a mis au point une nouvelle méthode pour accroître de 50 pour cent le volume de données enregistrées et produire les barres d'erreurs basées sur la physique pour les paramètres de toutes les zones de mesure, ce qui était auparavant impossible. L'équipe canadienne jette également les bases de la prochaine mise à jour numérique du réseau, qui devrait être effectuée non seulement au Canada, mais aussi dans les autres sites à l'étranger.

- Le NGCC *Amundsen* a recueilli une quantité de données inestimables et de séries chronologiques océanographiques dans des points stratégiques de l'Arctique canadien. Les données ont été téléversées dans le programme central d'ArcticNet, ce qui a permis de réaliser quatre études d'impact régionales intégrées. Ces études ont contribué à l'évaluation devenue plus que nécessaire du Grand Nord canadien – une région qui se transforme rapidement sous l'effet combiné du réchauffement planétaire et de l'industrialisation – et ont eu une grande influence sur les politiques.

Soutien d'un large éventail de disciplines

La recherche rendue possible par l'ensemble des installations englobe une vaste gamme de disciplines dans tous les domaines de recherche, des sciences sociales au génie, en passant par les sciences naturelles et de la santé. Par exemple, le NGCC *Amundsen* a participé à

20 importants programmes de recherche multidisciplinaires regroupant plus d'une centaine de projets individuels. Dans le cas du GCEC, une équipe multidisciplinaire constituée d'experts venant d'universités, de l'industrie et du domaine de la réglementation a élaboré des lignes directrices sur les caractéristiques d'une nouvelle catégorie de traitements contre le cancer afin d'uniformiser les méthodes d'essai et de collecte des données. Autre exemple, le LSF met à profit son faisceau de rayonnement X dur (bêta-tron) pour l'imagerie à rayon X des plantes dans l'initiative « Des cultures conçues pour assurer la sécurité alimentaire mondiale » menée par l'Université de la Saskatchewan et financée par le Fonds d'excellence en recherche Apogée Canada. Cette initiative réunit non seulement agronomes, nutritionnistes, informaticiens, physiciens et ingénieurs, mais aussi deux installations

financées par le Fonds des initiatives scientifiques majeures : le LSF et le CCRS.

Même si Calcul Canada est surtout connu pour répondre aux besoins en informatique du milieu de la recherche avancée dans de nombreuses disciplines, l'installation rapporte que « les publications rendues possibles par Calcul Canada dans les domaines des sciences humaines, des sciences sociales et de la recherche multidisciplinaire ont des retombées particulièrement importantes, comme l'indiquent les données bibliométriques. Par ailleurs, l'indice de citation pondéré par champ de recherche pour les publications en sciences humaines rendues possibles par Calcul Canada est le plus élevé de toutes les disciplines; les utilisateurs des services de Calcul Canada sont cités deux fois plus souvent que la moyenne canadienne et quatre fois plus que la moyenne mondiale ».

Rayonnement et collaborations internationaux des installations

Puisque la réputation internationale est en grande partie fondée sur la recherche de haute qualité, la reconnaissance des installations financées par le Fonds pour leur contribution à l'excellence de la recherche au Canada renforce de façon marquée le rayonnement de la science canadienne à l'étranger. Près de la moitié des installations ont constaté pendant la période de financement une amélioration de leur réputation internationale ou de celle des chercheurs et des groupes qui utilisent leurs ressources, ce qui a stimulé la collaboration internationale et renforcé l'attrait du Canada pour les chercheurs de premier plan et les utilisateurs internationaux.

La reconnaissance des installations financées par le Fonds pour leur contribution à l'excellence de la recherche au Canada renforce de façon marquée le rayonnement de la science canadienne à l'étranger

Visibilité sur la scène mondiale

Les rapports de rendement finaux témoignent de façon incontestable de la reconnaissance mondiale acquise par plusieurs installations pendant la période de financement.

SNOLAB est l'installation qui a obtenu la plus forte reconnaissance durant cette période. Le prix Nobel de 2015 et le Prix du progrès scientifique 2016, décernés à Arthur McDonald, Ph. D., Université Queen's, ont contribué à valoriser le profil de SNOLAB à l'international et à l'extérieur du monde de la physique. Or, l'analyse des données ayant mené aux deux récompenses aurait été impossible sans les ressources de Calcul Canada. Aussi, dans la foulée de ces prix, une grande exposition des réalisations du SNOLAB a été présentée à Londres et ailleurs au Royaume-Uni ainsi qu'au Canada.

De plus, le directeur général de SNOLAB a été choisi comme représentant des chercheurs qui œuvrent dans des installations souterraines à grande profondeur auprès d'un groupe de travail de l'Union internationale de physique pure et appliquée afin de coordonner les activités des installations de physique nucléaire partout dans le monde.

Le fait d'avoir attiré le projet SuperCDMS – un projet phare de deuxième génération de 30 millions de dollars américains portant sur la matière noire et financé par les États-Unis – a été considéré par le comité de mi-parcours des initiatives scientifiques majeures comme un « indubitable tour de force de SNOLAB », témoignant de l'envergure internationale de l'installation, qui offre un emplacement de choix à la science souterraine. SuperCDMS est le seul projet financé par le Department of Energy en dehors des États-Unis. Le début de la phase de construction sur le site de SNOLAB a été annoncé en mai 2018.

SNOLAB et TCP comptent parmi les principaux promoteurs du concept de l'implantation dans les installations d'un cadre général de coordination et de bonnes pratiques à l'intention du Groupe de hauts responsables des initiatives de recherche à l'échelle mondiale pour le G7. Des sept infrastructures « matures » réparties un peu partout dans le monde et désignées par ce groupe, les deux qui ont été sélectionnées pour une étude de cas novatrice – les infrastructures de recherche mondiales des laboratoires souterrains et le consortium international de phénotypage murin – comptent SNOLAB et TCP dans leurs rangs.

Témoignage de la reconnaissance internationale d'une autre installation, la Royal Astronomical Society a remis le Group Achievement Award 2017 au réseau SuperDARN International et a déclaré que « SuperDARN avait été un réseau scientifique essentiel pour les chercheurs qui étudient l'ionosphère ainsi que la magnétosphère et la physique terrestres au Royaume-Uni et partout dans le monde. »

Érudit et le Réseau canadien de documentation pour la recherche (un partenariat réunissant des universités canadiennes pour bonifier le contenu numérique des universités, des collèges et des hôpitaux de recherche au Canada) ont reçu le prix Outstanding Collaboration Citation 2017 de l'Association des

bibliothèques américaine pour leur projet collaboratif de mise au point d'un « cadre général pour une nouvelle relation entre les éditeurs et les bibliothèques [...] permettant d'offrir un soutien financier aux revues canadiennes pendant la transition vers un modèle entièrement en libre accès. »

Collaborations internationales

Selon plusieurs installations, le grand nombre de collaborations internationales, attribuables à l'excellence et à l'impact des recherches menées par les installations ont été rendues possibles grâce au soutien offert par le Fonds. Voici quelques exemples :

- Calcul Canada facilite d'importants projets basés sur la collaboration internationale, comme l'expérience ATLAS au Grand collisionneur de hadrons du CERN, qui réunit plus de 150 scientifiques canadiens et 3000 scientifiques internationaux. Calcul Canada fournit aussi des ressources pour le prototypage de projets internationaux de grande envergure, comme le Square Kilometer Array et le projet Pan-Cancer. Selon une analyse générale du CV commun canadien⁸, les utilisateurs de Calcul Canada collaboraient avec 2364 établissements dans 108 pays.
- Le NGCC *Amundsen* contribue à de nombreux programmes multidisciplinaires internationaux tels que NETCARE, le projet GEOTRACES en Arctique, le programme conjoint France-Canada GreenEdge, l'observatoire de la mer des Tchouktches et l'exploration du plancher océanique de l'Arctique au moyen d'un véhicule sous-marin téléguidé.
- SuperDARN assure la collaboration entre les missions au sol et les missions satellitaires dans l'espace menées par l'Agence spatiale canadienne, l'Agence spatiale européenne et la NASA (par exemple, la sonde CASSIOPE/ePOP, Swarm, THEMIS et les sondes Van Allen).

8 Lancé en 2002, le CV commun canadien est une application Web qui fournit aux chercheurs une solution unique et uniforme pour rassembler les données de CV requises par un réseau d'organismes de financement fédéraux, provinciaux et de recherche sans but lucratif. L'application utilise un modèle de données normalisé commun pour saisir l'information qui sert aux évaluations par les pairs et la production de rapports.

- Le LSF est la principale installation laser en partenariat avec les chercheurs du projet européen Extreme Light Infrastructure, le plus grand projet scientifique international dans le domaine des lasers ultrarapides et de leurs applications. Le LSF s'est associé officiellement à d'autres établissements nationaux et internationaux pour former le Laboratoire international associé LuMAQ (Lumière Matière Aquitaine Québec) en vue de faciliter la formation internationale des étudiants des cycles supérieurs.
- Par sa contribution majeure au Projet international de codes-barres du vivant (iBOL), auquel participent 26 pays, BIO a contribué à la réalisation de la phase I du projet en fournissant les codes-barres ADN pour 500 000 espèces en 2015. BIO a indiqué que « l'utilisation du financement du Fonds des initiatives scientifiques majeures pour son personnel clé et l'exploitation et la maintenance de son infrastructure de recherche a permis à l'installation d'atteindre ses objectifs ambitieux tout en offrant un soutien constant au milieu de la recherche mondiale. »

Ces exemples et de nombreux autres démontrent que les retombées transcendent le milieu de la recherche canadien et mettent en lumière les capacités de recherche du Canada à l'international.

Attraction de talents

Plusieurs installations ont avancé que l'accroissement de la visibilité et de la reconnaissance à l'international pendant la période de financement a facilité le recrutement à l'étranger de chercheurs de calibre exceptionnel. Par exemple, TCP a expliqué qu'il a recruté Graham Collingridge, Ph. D., éminent neurophysiologue et lauréat du prix Brain, une des reconnaissances scientifiques les plus convoitées au monde. M. Collingridge souligne que « TCP a joué un rôle très important dans ma décision de venir au Canada. »

De la même façon, la présence de SNOLAB a mené au recrutement de Gilles Gerbier, Ph. D., un expert reconnu mondialement dans le domaine de la physique des astroparticules qui a quitté la France pour devenir titulaire de la Chaire d'excellence en recherche du Canada à l'Université Queen's en 2014.

La reconnaissance de la qualité exceptionnelle de la recherche, de l'infrastructure et des services des installations a aussi grandement contribué à attirer des chercheurs internationaux comme utilisateurs. Les installations en ont d'ailleurs donné plusieurs exemples dans leurs rapports finaux. Ainsi, 20 pour cent des utilisateurs des ressources du CCRS et 50 pour cent des utilisateurs de celles du LSF venaient de l'extérieur du Canada. BIO a appuyé plus de 300 groupes de recherche dans 51 pays.

Partenariats avec l'industrie et transfert technologique

Grâce au soutien offert par le Fonds, les installations ont pu maintenir ou consolider leur participation en recherche et développement industriels, ce qui a permis à des entreprises privées d'accroître leurs bénéfices économiques en offrant des produits et des services nouveaux ou améliorés, et de renforcer leur réputation de chefs de file de l'industrie. En outre, grâce à ce financement, des installations ont pu maintenir ou accroître leurs activités de transfert technologique, comme le nombre

de brevets et de déclarations d'invention par les chercheurs.

Quelques installations ont utilisé comme indicateur de rendement clé le nombre de contributions techniques (par exemple, brevets, dérivés, comptes rendus d'inventions) ou le nombre de partenariats industriels pendant la période de financement. Toutefois, ici encore, les définitions n'étaient pas uniformes, et dans certains cas, les données déclarées étaient très basses, voire nulles. Quelques

installations (Calcul Canada, ONC, TCP, LSF) se sont démarquées par leur excellente performance en matière de transfert de connaissances et de transfert technologique avec le secteur privé. Sept installations ont affirmé avoir constaté une hausse des revenus et de la valeur des contrats avec l'industrie ainsi qu'avoit contribué à la création de jeunes entreprises et au dépôt de brevets et de licences.

De toutes les installations ayant rapporté des partenariats avec l'industrie, Calcul Canada était loin devant, avec un total de 182 ententes de collaboration comptabilisées pendant la période de financement. Les chercheurs ayant utilisé ses ressources ont déposé ou se sont vu attribuer plus de 800 brevets, ont participé à 77 transferts technologiques, à la création de 54 entreprises, à la mise au point de 92 produits technologiques ou procédés, et ont tenu 130 consultations pour des entreprises, des associations et d'autres organisations. Le recours aux ressources de pointe de Calcul Canada pour la conception assistée par ordinateur d'un nouveau médicament pour le traitement du cancer de la prostate par une équipe de chercheurs du Vancouver Coastal Health Research Institute et de l'Université de la Colombie-Britannique en fournit un bon exemple. Une licence a été accordée à la société pharmaceutique Roche pour ce médicament qui devrait générer des revenus estimés à plus de 141 millions de dollars américains.

Le LSF a mis de l'avant le rôle essentiel de l'infrastructure pour l'émergence de nouvelles technologies favorables à l'économie locale. Sans compter ceux des utilisateurs d'établissements autres que l'INRS, les quinze chercheurs affiliés à l'établissement hôte ont déclaré, à eux seuls, une moyenne annuelle de 30 brevets et déclarations d'inventions, la création de deux entreprises dérivées (few-cycle Inc. et Ki3 Photonics Technologies, toutes deux à Montréal) et la participation à des projets collaboratifs de recherche et développement avec plusieurs entreprises canadiennes dans les domaines de la fabrication ainsi que des technologies de l'information et des communications.

Le CCEM, le CCRS et TCP ont fourni d'autres exemples de transfert de technologies couronnés de succès. Ainsi, des entreprises de haute technologie canadiennes, comme ON Semiconductor (Burlington, Ontario), se sont tournées vers le CCEM pour rendre plus fiables les condensateurs utilisés dans la plupart des téléphones cellulaires vendus dans le monde. De son côté, le CCRS a aidé 55 entreprises, dont 42 multinationales, à résoudre des problèmes techniques allant de l'identification des formes d'arsenic dans l'environnement pour l'industrie minière à la création de meilleurs matériaux composites pour le secteur aérospatial. Enfin, TCP est un excellent exemple d'une installation qui a étendu ses services; ce faisant, il est devenu la première entité canadienne à avoir obtenu une licence pour l'utilisation d'un nouvel outil de pointe servant à modifier l'ADN (CRISPR) afin de produire des modèles de souris génétiquement modifiées pour les entreprises et les établissements d'enseignement.

De preuves des retombées accrues des installations sur l'économie locale ont été fournies par SNOLAB. En effet, l'entreprise KPMG a évalué ses retombées économiques en Ontario et au Canada et publié les résultats en mars 2016. Selon son rapport, chaque dollar que la FCI investit dans SNOLAB génère cinq dollars d'activité économique.



▲ [Ocean Networks Canada \(ONC\)](#) de l'Université de Victoria surveille les côtes est et ouest du Canada ainsi que l'Arctique afin de fournir des données en continu et en temps réel. Au moyen d'observatoires câblés, de systèmes télécommandés, de capteurs interactifs et de mégadonnées, ONC permet la prise de décision fondée sur des données probantes en matière de gestion des océans, d'atténuation des catastrophes et de protection de l'environnement.

Étude de cas : Ocean Networks Canada engendre une multitude d'impacts positifs

Ocean Networks Canada a fait du Canada un leader mondial en matière de données, de recherche et de technologies océanographiques. Grâce à ses nombreuses réalisations, à son travail dans plusieurs secteurs d'activité et à son réseau de collaborateurs international, ONC est devenu un modèle en gestion et en exploitation responsable des océans.

Dernièrement, Ocean 2.0, le système amélioré de gestion des données d'ONC, a été reconnu par le Conseil international pour la science comme faisant partie de son système mondial de données. En outre, une société-conseil en matière d'analyse scientifique a comparé la production scientifique d'ONC à celle de six observatoires mondiaux des océans et a constaté que même si cette production était comparable à la moyenne mondiale, les retombées et les taux de collaboration augmentaient à un rythme plus rapide que ceux des autres observatoires.

ONC s'attaque aux enjeux mondiaux avec des partenaires de tous les secteurs au Canada et à l'étranger en concevant et en mettant en œuvre des solutions pour la sécurité maritime, le développement économique des activités d'expédition et portuaires, la sécurité publique, et plusieurs types de surveillance environnementale.

Les revenus de la commercialisation et les retombées économiques de l'ONC Innovation Centre pendant la période de financement FCI ont été estimés à 102 millions de dollars. Par exemple, dans le cadre d'un programme de protection des baleines, ONC a conçu une station d'écoute sous-marine qui est maintenant utilisée par l'industrie du transport maritime et qui suscite l'intérêt d'autres autorités portuaires.

ONC travaille également à mettre en place le premier système d'alerte sismique précoce au Canada qui pourrait être commercialisé et utilisé un peu partout au pays comme à l'étranger. Dans le cadre de son programme de recherche sur les tsunamis, auquel ont participé plus de 80 parties prenantes, il conçoit des solutions novatrices pour la détection en temps réel de tsunamis et soutient des activités de préparation et d'atténuation des risques pour la sécurité publique. On s'attend à ce que les modèles mis au point deviennent la norme en Amérique du Nord.

Pour évaluer la grave menace d'acidification des océans, ONC travaille avec l'industrie à l'amélioration des capteurs d'acidification. Il héberge la première génération de capteurs déployables sur le terrain, sur la côte Ouest et dans l'océan Arctique (deux régions particulièrement vulnérables à l'acidification).

Outre la longue expérience d'ONC en matière de formation de membres du personnel hautement qualifié, son impact est également visible sur les collectivités locales. La mise en place d'un programme d'éducation et de formation destiné aux Premières Nations de Colombie-Britannique et aux collectivités autochtones de l'Arctique encourage ces dernières à prendre en charge la surveillance de l'environnement et de la sécurité.



CONCLUSION ET PROCHAINES ÉTAPES

Les douze installations financées par les concours du Fonds des initiatives scientifiques majeures de 2012 et de 2014 disposent d'un large éventail de moyens et de compétences. Elles constituent un ensemble diversifié de ressources collectives pouvant être utiles dans tous les champs d'investigation. La multidisciplinarité de ces installations démontre que tous les domaines ont un besoin réel d'installations de recherche d'envergure, ce qui s'inscrit dans le mandat de la FCI : soutenir toutes les disciplines de recherche.

Des installations de recherche nationales plus fortes

La diversité des succès et des réalisations décrits dans les rapports de rendement de fin de cycle des douze installations est la preuve pour la FCI que les objectifs du Fonds ont été atteints. Parmi les messages clés sur lesquels les installations ont mis l'accent, citons :

- Les critères d'admissibilité des coûts d'exploitation et de maintenance ainsi que des contributions des partenaires du Fonds étaient suffisamment vastes et souples pour répondre aux besoins opérationnels distincts de chaque installation.
- La stabilité du financement opérationnel a permis aux installations de maximiser leurs capacités et leurs compétences afin de mieux servir leurs utilisateurs et de se pérenniser.
- Le fait que la FCI soit consciente des défis opérationnels propres à chaque installation et son approche de suivi adaptée à ces défis ont joué un rôle déterminant dans le succès des installations.
- Les conditions de financement, imposées à la suite du processus d'évaluation au mérite, ont suscité des changements positifs, particulièrement pour les modèles de gouvernance, les pratiques de gestion, l'évaluation des résultats et les politiques d'accès pour les utilisateurs des installations. L'imposition de conditions a eu une incidence bénéfique sur leur rendement et les a aidés à penser de manière plus stratégique à long terme.
- Le soutien financier du Fonds a contribué à améliorer la prestation de services, l'accès aux utilisateurs ainsi que la formation et le perfectionnement du personnel hautement qualifié, des employés et des utilisateurs. Ce soutien a également favorisé l'excellence de la recherche et l'enrichissement des connaissances, de même qu'à améliorer les possibilités de partenariat avec l'industrie et les activités de transfert technologiques.
- Par ricochet, le soutien offert par le Fonds a contribué à rehausser la réputation internationale des installations, à attirer des talents au Canada et à stimuler les collaborations internationales.

À la lumière de l'expérience de la FCI auprès des douze installations et des rapports de rendement de ces dernières, il est clair que le soutien apporté par l'entremise du Fonds leur a permis d'obtenir des résultats scientifiques remarquables et de calibre mondial. Les retombées du Fonds dépassent de loin la seule contribution financière, comme en témoignent les grandes avancées en ce qui a trait à l'optimisation de l'utilisation des installations et aux pratiques de gouvernance, de gestion et d'exploitation.

La période de soutien étant relativement courte (de trois à cinq ans), les progrès réalisés par les installations vers l'atteinte de leurs objectifs stratégiques sont remarquables.

Toutes les installations ont réalisées des gains, même celles qui ont reçu un financement très modeste de la FCI. Le montant de la contribution était lié au type d'installation et à sa complexité et non pas à son degré de productivité et de réussite.

Offrir un soutien continu pour maintenir à flot les grandes installations de recherche

canadiennes est considéré depuis longtemps comme un enjeu majeur par le milieu de la recherche, les organismes de financement et le gouvernement du Canada. Avec la création et la mise en œuvre du Fonds, la FCI s'est attaquée à une partie du problème et a mis sur pied un modèle de soutien et de suivi efficace pour les installations nationales de recherche. À ce chapitre, le Fonds a bien rempli ses promesses, mais la recherche d'une solution bien intégrée pour les installations de recherche canadiennes se poursuit.

La FCI et les installations continueront à se surpasser

Bien que les installations se portent bien, celles-ci et la FCI peuvent tirer parti des connaissances et de l'expérience acquises par cette analyse pour continuer à s'améliorer. À court terme, l'analyse a permis de définir les thèmes de l'atelier des initiatives scientifiques majeures de 2018 et oriente maintenant la planification de l'évaluation de mi-parcours des installations financée au concours 2017. La FCI se sert aussi de ces constats pour raffiner son cadre de suivi des installations ainsi que ses exigences de rapports de rendement.

La FCI envisage diverses options pour relever certains des défis dégagés dans le présent rapport (Annexes [A](#) et [D](#)). Elle voudrait par exemple :

- mieux orienter les installations et formuler plus clairement les exigences relatives aux rapports à produire et les attentes à leur égard;
- diffuser les bonnes pratiques destinées à faciliter la collecte de données des utilisateurs et à rendre compte des retombées générales de leurs activités et de leurs réalisations;
- modeler les rapports de rendement de manière à intégrer plus d'information relative aux objectifs du Fonds.

Comme les installations financées sont d'une envergure et d'une portée différentes des projets d'infrastructure standards, les conclusions tirées dans le présent rapport permettront au personnel de la FCI de mieux comprendre les particularités de

ces installations, comme les étapes de leur cycle de vie pour ce qui a trait par exemple à l'exploitation, à la gouvernance ou à la gestion. Le personnel de la FCI sera donc plus en mesure d'adapter ses activités pour mieux gérer le Fonds. En outre, le personnel de la FCI pourrait bénéficier de formations supplémentaires sur la gouvernance, la gestion et l'évaluation des retombées, par exemple, pour améliorer la qualité de leur suivi. Ces mesures renforceront la capacité de la FCI à bien gérer ses investissements publics, tout en appuyant ces installations au cours de leur évolution et en encourageant l'adoption de bonnes pratiques.

Les principales observations confirment que l'approche dite « adaptée à l'installation » garantit que les décisions de financement et les recommandations des comités vont dans l'intérêt de toutes les parties concernées, et qu'elle doit donc être appliquée à la cohorte financée au concours 2017. Bien que basé sur des critères communs, le processus d'évaluation de mi-parcours de ce cycle de financement, lequel aura lieu en 2019, sera personnalisé en fonction des particularités de chaque installation, de son degré d'évolution et des préoccupations soulevées par les comités antérieurs. Les lignes directrices de l'évaluation de mi-parcours et la documentation exigée des installations seront également ajustées en conséquence. En outre, le processus fera appel à des membres de comités antérieurs de sorte que toutes

les recommandations ou conditions imposées pour les années restantes soient pertinentes et utiles à l'amélioration continue des installations. Ces mêmes principes directeurs seront appliqués

aux plans de suivi spécifique à chaque installation ainsi qu'au processus d'évaluation et de suivi des installations financées lors des concours futurs.

De nouvelles perspectives qui orienteront l'évolution du Fonds des initiatives scientifiques majeures

Les rapports de rendement de fin de cycle des douze installations ne mettaient pas l'accent sur les problèmes et difficultés; on y mentionnait plutôt que la plupart des besoins relatifs à l'exploitation et à la maintenance de ces installations avaient été satisfaits. Néanmoins, la FCI réévalue les paramètres du Fonds en consultation avec l'ensemble de la communauté, et ce, dans le but de corriger – le mieux possible – ce qui l'empêche de répondre adéquatement aux besoins des installations.

Dans son budget de 2018, le gouvernement du Canada a annoncé son intention de fournir à la FCI un financement opérationnel stable, réaffirmant du même coup le rôle de la FCI : soutenir les installations financées par le Fonds. Au vu de cette annonce, la FCI est en bonne posture pour faire évoluer le programme de financement afin de répondre aux besoins de ces installations pendant le prochain cycle de financement qui s'amorcera à l'exercice financier 2022-2023.

On constate la nécessité d'adopter une approche cohérente pour le financement couvrant la totalité du cycle de vie des installations.

Dans leur rapport, plusieurs installations ont mentionné que la mise à niveau de certains équipements, au-delà de réparations et remplacements mineurs sont nécessaires pour que l'infrastructure demeure à la fine pointe de la technologie. Étant donné que ce type de mise à

niveau n'est pas admissible au Fonds des initiatives scientifiques majeures, bon nombre d'entre elles ont demandé, et obtenu, de nouveaux équipements par l'entremise du Fonds des leaders John-R.-Evans et du Fonds d'innovation. Toutefois, dans certains cas, des installations ont expliqué que l'infrastructure dont elles avaient besoin ne répondait aux critères d'aucun programme de la FCI.

Ce constat met de nouveau en lumière la nécessité d'une approche de financement cohérente couvrant la totalité du cycle de vie des installations soutenues par le Fonds, ainsi que d'une meilleure harmonisation des différents instruments de financement de l'infrastructure offerts par les organismes de financement canadiens – et peut-être même du coût direct de la recherche. Par exemple, les demandes pour obtenir du financement d'exploitation et de maintenance pourraient être évaluées simultanément avec celles pour l'acquisition de nouvel équipement, comme cela a été fait pour Calcul Canada à deux reprises, lors de l'évaluation à mi-parcours au milieu du cycle 2012-2017 et lors de son renouvellement au concours de 2017. En effet, les propositions de financement au Fonds ont été revues parallèlement aux propositions relatives au second défi de l'Initiative sur la cyberinfrastructure⁹ en 2015 de même qu'en 2016. Cette première tentative d'évaluation intégrée du cycle de vie s'est révélée une stratégie efficace qui devrait désormais être appliquée à d'autres installations financées par le Fonds. La FCI et les comités d'évaluation ont convenu que l'approche fondée sur le

⁹ Le second défi de l'Initiative sur la cyberinfrastructure se divisait en deux concours, dans le cadre desquels la FCI a investi dans des mises à niveau et dans la modernisation des fonctions de calcul et de stockage de données de la plateforme de calcul informatique de pointe pancanadienne gérée par Calcul Canada.

cycle de vie contribuerait à optimiser les investissements en dépit d'un financement limité, à atténuer les risques, à assurer la pertinence scientifique, la compétitivité sur la scène internationale et l'harmonisation avec les objectifs stratégiques de l'installation, et enfin, à favoriser la pérennité à long terme.

Puisque cette façon de faire ne peut être mise en œuvre qu'au prochain cycle de financement, il serait possible d'utiliser des mécanismes actuels, comme mettre de côté une partie du prochain budget du Fonds d'Innovation ou créer un volet de financement spécial, pour répondre aux besoins en infrastructure de ces installations. Le processus d'évaluation pourrait également être conçu dans une optique de chevauchement et de continuité en renouvelant la nomination de membres de comités précédents du Fonds.

La FCI est tout à fait consciente des difficultés posées par son modèle de financement 40:60 pour certaines installations d'envergure, comme le CCRS et ONC, qui ne peuvent exploiter leur plein potentiel en raison de leur capacité limitée à obtenir suffisamment d'investissements auprès de partenaires. Ces installations doivent souvent composer avec des contraintes de financement et faire des concessions à court terme au détriment de leurs objectifs à long terme, objectifs dont dépend pourtant leur compétitivité. La FCI continuera donc à discuter de ces difficultés opérationnelles avec le gouvernement et à explorer diverses solutions, comme l'augmentation du pourcentage de contribution (une recommandation du rapport « [L'examen du soutien fédéral aux sciences](#) » publié en 2017).

La FCI est tout à fait consciente des difficultés posées par son modèle de financement 40:60 pour certaines installations d'envergure.

La FCI et les installations appuyées financièrement par le Fonds établissent des stratégies visant à améliorer la viabilité des installations scientifiques, et des voies de communication s'établissent entre les installations, les universités et les partenaires de financement fédéraux. Dans ce contexte, la FCI examinera comment les connaissances acquises dans le cadre du présent rapport pourraient améliorer la planification des investissements à venir et permettre de définir une vision à long terme et des orientations de recherche futures pour les installations. La FCI pourrait aussi participer à la promotion de collaborations internationales entre chercheurs ou entre réseaux d'installations internationales.



▲ Calcul Canada favorise l'accélération de la recherche et de l'innovation en déployant des systèmes de calcul informatique de pointe, des solutions de stockage et des solutions logicielles au Canada.

Les défis du calcul informatique de pointe

Parmi les installations soutenues par le Fonds des initiatives scientifiques majeures, Calcul Canada pose un certain nombre de défis, dont plusieurs sont mentionnés dans le présent rapport. Exemple par excellence de plateforme nationale servant une incroyable variété d'utilisateurs aux besoins très différents et issus de toutes sortes de disciplines, Calcul Canada offre des services de calcul informatique de pointe qui sont devenus une ressource partagée utile et universelle pour le milieu canadien de la recherche. Situation inédite, les services de calcul informatique de pointe, lesquels sont financés par le Fonds (par l'entremise de Calcul Canada), sont aussi d'une aide essentielle à de nombreuses autres installations soutenues par le Fonds. C'est pourquoi il est de plus en plus difficile d'appréhender et de gérer ces services informatiques selon une vision classique basée sur la concurrence. On avance de plus en plus qu'ils doivent être gérés dans un cadre non concurrentiel, compte tenu de leur nature « fondamentale ». En 2015, la FCI a exposé son point de vue dans son rapport intitulé « Élaborer la stratégie canadienne sur l'infrastructure de recherche numérique », proposant une coordination accrue dans l'écosystème de recherche numérique et un mode de financement à plus long terme, prévisible et renouvelable, à l'instar du mode de financement actuel de CANARIE¹. Dans son budget de 2018, le gouvernement fédéral annonçait un grand investissement stable dans cette infrastructure, avec comme point de départ, le développement d'une stratégie nationale.

¹ CANARIE est un organisme sans but lucratif dont la plus grande partie du financement provient du gouvernement du Canada. Il gère un réseau ultrarapide et une infrastructure de recherche numérique.



ANNEXE A – Méthodologie et difficultés

Méthodologie utilisée aux fins du présent rapport

Les observations et les analyses présentées se fondent sur les données fournies par les installations dans leurs rapports de rendement et leurs rapports financiers de fin de cycle, qui couvrent une période de trois ou de cinq ans selon le cas. Le rapport de rendement final fait la synthèse des activités des installations, de leurs progrès et de leurs principales réalisations pendant la période de financement. Il présente des données annuelles cumulatives liées aux objectifs du Fonds.

Plus précisément, les installations devaient décrire l'effet global du financement sur leurs activités et le maintien de leurs capacités de recherche et ressources humaines, et l'accès offert aux utilisateurs. Elles étaient aussi tenues de rendre compte de l'évolution de leur gouvernance, de leur gestion et de leur stratégie, ainsi que de leurs réalisations scientifiques et de leurs retombées pour le Canada. Des indicateurs de rendement clés ont été établis pour encadrer les progrès dans chacun de ces domaines. La FCI a aussi tiré de l'information des plans stratégiques et des plans d'activités des installations.

Le personnel de la FCI a compilé et analysé les rapports de fin de cycle des douze installations aux fins du présent rapport pour repérer les éventuelles similitudes entre les installations, en savoir plus sur leurs succès et leurs difficultés, et se faire une meilleure idée d'ensemble de leur contexte d'exploitation. La FCI reconnaît les limites de cette approche, qui sont décrites ici.

Les défis de l'autodéclaration

Malgré la richesse de l'information ainsi obtenue, l'utilisation de données déclarées par les installations elles-mêmes comme base d'analyse a posé quelques problèmes, notamment l'interprétation variable des lignes directrices relatives à la production des rapports, qui ont été à

l'origine d'éventuelles omissions, manques de pertinence ou évitements de certaines questions. Par ailleurs, les installations n'ont pas toutes employé les mêmes méthodes de collecte de données et de reddition de compte. Lorsque des lacunes étaient repérées dans cette analyse, le personnel de la FCI responsable de l'installation en question s'est chargé de compléter l'information et de vérifier les hypothèses. Les conclusions ont aussi été validées auprès des installations elles-mêmes.

Enfin, le petit nombre d'installations et la courte période de référence empêchent la FCI d'étendre les conclusions au-delà du programme du Fonds.

La difficulté à identifier les utilisateurs mène à la sous-estimation de leur nombre

Estimer le nombre d'utilisateurs de leurs données reste difficile pour plusieurs installations. Par exemple, vu la politique de libre accès de SuperDARN, ses utilisateurs n'ont pas besoin de s'inscrire. L'installation a aussi une entente avec les autres pays qui exploitent les radars du réseau international, selon laquelle les données peuvent être mises en miroir sur plusieurs sites gérés indépendamment les uns des autres. Il est donc impossible pour SuperDARN de surveiller comment les données provenant des radars canadiens sont utilisées dans d'autres pays. Il compte plutôt sur deux paramètres indirects : le nombre annuel d'établissements distincts qui contribuent à des publications dans le monde entier (environ 70 par année) et la distribution des utilisateurs selon les publications dans des revues d'envergure mondiale (une cinquantaine de publications par année).

Pour Calcul Canada, le nombre d'utilisateurs est estimé en fonction du renouvellement annuel des comptes d'utilisateur et pourrait donc ne pas tenir compte de tous les utilisateurs, comme ceux des plateformes et des portails de recherche. BIO a aussi fait part de limitations semblables.

Dans le cas d'Érudit, le nombre déclaré d'utilisateurs – en moyenne quatre par année – correspondait aux demandes d'extraction automatisée du corpus de données du dépôt Érudit et ne tenait pas compte du nombre de chercheurs ayant accédé aux données ouvertes sur le portail en ligne ou d'autres utilisateurs des données extraites.

Il ne s'agit là que de quelques exemples des raisons pour lesquelles le nombre d'utilisateurs déclaré est souvent, sinon toujours, sous-estimé.

La difficulté à recenser les publications mène à la sous-estimation de leur nombre

Toutes les installations ont fourni une estimation du nombre de publications liées à l'utilisation de leurs ressources, mais elles n'ont pas toutes utilisé la même définition. Certaines ont tenu compte des présentations à des conférences ou des publications sans comité de lecture, mais pas toutes, ce qui rend la comparaison des résultats moins pertinente.

Les installations n'ont pas utilisé la même méthode quand il s'agissait de déclarer le nombre de publications ou celui d'utilisateurs et de membres de personnel hautement qualifié. Il en résulte un décalage apparent entre les chiffres déclarés pour ces indicateurs de rendement clés. Par exemple, le NGCC *Amundsen* rapporte une moyenne de 257 publications par année, mais seulement 163 utilisateurs et 116 membre de personnel hautement qualifiés en moyenne, ce qui laisse sous-entendre que chacune de ces personnes a publié un ou plusieurs articles, ce qui n'est pas le cas. Cet écart est dû au fait que seules les personnes physiquement présentes sur place ont été comptabilisées,

tandis que le nombre de publications renvoie à un bassin d'utilisateurs et de membres de personnel hautement qualifié beaucoup plus vaste.

Certaines installations, dont Calcul Canada, ont modifié leur méthode de collecte de données au milieu de la période visée par le rapport. Aussi, comme il est difficile d'identifier et de suivre leurs utilisateurs, les publications de ces derniers ne sont probablement pas incluses dans les chiffres déclarés.

De plus, il y a souvent un délai entre le recours à l'installation et la publication des résultats de recherche ou la tenue de présentations à des conférences, ainsi que le signalement par les utilisateurs desdites publications ou présentations.

Comme ONC l'a expliqué dans son rapport de rendement final, de nombreuses contributions scientifiques sont obtenues à l'aide d'outils automatisés de collecte des citations, mais comme les chercheurs n'attribuent pas tous correctement leur utilisation des installations de recherche, ces dossiers sont probablement incomplets.

ONC a également souligné qu'il n'est pas possible de suivre les présentations à l'aide d'outils automatisés parce que la majorité des conférences et symposiums ne produisent pas d'index de citations pouvant être facilement synthétisé par des agrégateurs bibliométriques (comme Web of Science). C'est pourquoi, ONC s'appuie sur des sondages menés auprès de la communauté scientifique, mais les taux de réponse sont souvent faibles.

Ce ne sont là que quelques exemples des raisons pour lesquelles le nombre de contributions scientifiques est souvent, voire toujours, sous-estimé.

Valeur de la présente analyse

La FCI est consciente de ces limites, mais considère toutefois que ce premier exercice est utile pour rendre compte des objectifs du Fonds, des pistes d'amélioration des obligations relatives aux rapports à produire pour les installations soutenues entre 2017-2022 et de la gestion du Fonds.



ANNEXE B – Détails du soutien financier

Profils de financement individuels des douze installations

Dans la mesure où le budget global du Fonds des initiatives scientifiques majeures reflète essentiellement les contributions versées aux quatre grandes installations financées en 2012 (490 millions de dollars, soit 82 pour cent de l'investissement total), il est nécessaire d'illustrer la ventilation des contributions afin d'exposer le profil de financement de ces installations ([Figure A1](#)). Les investissements de la FCI, proportionnellement au total des revenus, varient de 16 pour cent (TCP) à 40 pour cent (ONC, Calcul Canada). La contribution moyenne par installation est de 31 pour cent.

Il ne ressort de cette comparaison aucun profil type de financement. En effet, le profil

d'une installation dépend plutôt de la nature de la recherche qu'elle permet et des types de services qui y sont offerts.

Pour quelques installations de petite et de moyenne tailles, comme TCP, NGCC *Amundsen*, CCEM, le LSF et Érudite, les revenus tirés des frais d'utilisation couvrent une plus grande partie de leur budget d'exploitation. Les grandes installations, comme SNOLAB, le CCRS, Calcul Canada et ONC, tendent à adopter une politique de libre accès pour les chercheurs universitaires; c'est pourquoi elles sont principalement financées par les gouvernements fédéral et provinciaux, les établissements et la FCI.

Profils de dépenses individuels des douze installations

La [Figure A2](#) illustre les dépenses d'exploitation et de maintenance moyennes de toutes les installations, ainsi que leurs profils de dépenses individuels. Comme pour les profils de financement, il n'y a pas non plus de profil type, car les besoins varient d'une installation à l'autre.

À l'instar de la moyenne des dépenses pour l'ensemble de la cohorte, la majorité des sommes de sept des douze installations a été consacrée aux salaires. En moyenne, près de la moitié des dépenses (49 pour cent) concernaient les ressources humaines. Par exemple, le CCRS a dépensé la majeure partie de son financement pour soutenir le personnel qui exploitait les lignes de lumière, et Calcul Canada, pour le personnel responsable des systèmes informatiques et du soutien aux utilisateurs. De même, les trois installations du domaine de la santé (TCP, GCEC, BIO) ont indiqué que les dépenses liées au personnel de soutien

scientifique et technique hautement qualifié représentaient la plus grosse portion de leur coût de fonctionnement. Dans deux installations (ONC, CCEM), la majorité des dépenses a été imputée à la catégorie Maintenance et réparations. Pour ONC, l'entretien de son équipement déployé dans un milieu marin hostile pose plusieurs défis. Le temps-navire et les pièces de rechange pour les observatoires océaniques représentaient donc la majorité des dépenses dans cette catégorie. Quant au CCEM, il fait presque exclusivement appel à des fournisseurs de service, ce qui, selon l'installation, constitue la meilleure approche pour s'assurer que son instrumentation demeure opérationnelle et à la fine pointe de la technologie.

En ce qui concerne SNOLAB et le NGCC *Amundsen*, les dépenses sont surtout liées aux services, bien que dans le cas du brise-glace, il s'agisse des coûts directs liés à l'exploitation du navire,

notamment l'équipage et la maintenance, d'où le chevauchement entre la catégorie Personnel et la catégorie Maintenance et réparations. Pour SNOLAB, une grande part des dépenses sont associées aux services fournis par Vale – sous forme de contributions en nature – pour l'exploitation de l'installation. Il en va de même pour les services d'ONC, qui sont principalement couverts par une contribution du ministère des Pêches et des Océans.

Chaque installation possède un profil de financement distinct

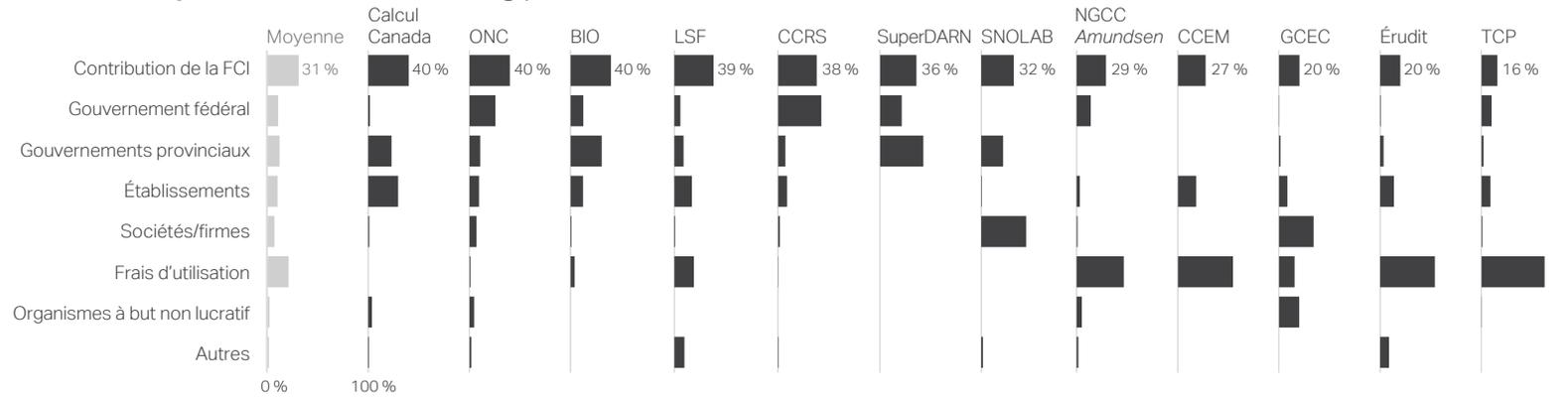


Figure A1 : Contributions de la FCI et des partenaires au budget d'exploitation et de maintenance de chacune des installations (en ordre décroissant du pourcentage de la contribution de la FCI).

Chaque installation a des besoins distincts relativement à son exploitation et à sa maintenance

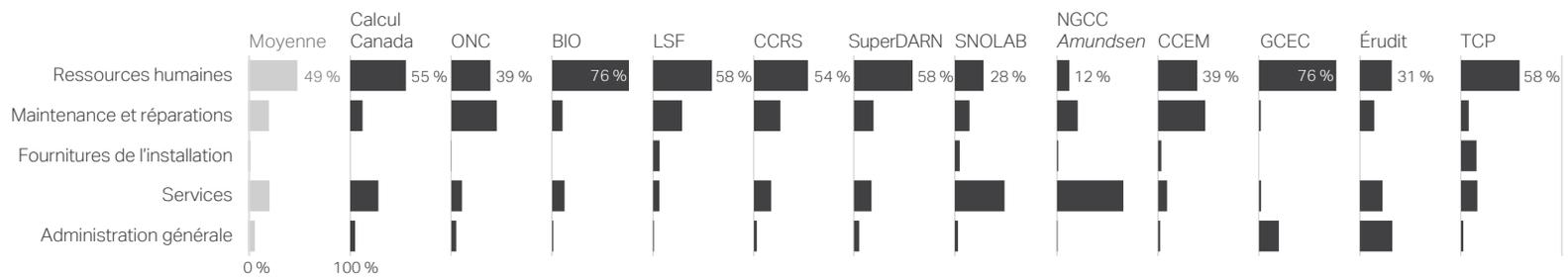


Figure A2 : Ventilation du budget d'exploitation et de maintenance de chaque installation par catégorie de dépenses.



ANNEXE C – Conditions de financement

La FCI a imposé des conditions aux installations visant différents aspects à améliorer.

Aspect à améliorer et installations touchées	Exemples de conditions	Exemples de mesures prises pour respecter les conditions
Modèle de gouvernance (seize cas dans cinq installations : Calcul Canada, CCEM, CCRS, ONC, SNOLAB)	<ul style="list-style-type: none">• Former un conseil d'administration indépendant.• Délimiter clairement les responsabilités de gouvernance et celles de gestion.• Mettre en place une grille des compétences pour doter les membres du conseil d'administration d'un ensemble approprié de compétences.	<ul style="list-style-type: none">• Création de nouveaux comités (par exemple, comité consultatif international).• Élaboration de normes sur l'indépendance et établissement du mandat des administrateurs.
Structure de gestion (huit cas dans quatre installations : NGCC <i>Amundsen</i> , Calcul Canada, CCRS, SNOLAB)	<ul style="list-style-type: none">• Élaborer un plan de gestion plus solide qui comprend une stratégie et les priorités de l'installation.• Renforcer la gestion nationale par l'embauche d'un directeur général, d'un conseiller scientifique en chef et d'un technicien en chef.• Élaborer un plan de gestion en fonction des bonnes pratiques de gestion et comprenant le cadre de mesure du rendement, le cadre de gestion des ressources humaines ainsi qu'un registre des risques plus solide.	<ul style="list-style-type: none">• Centralisation de la structure de gestion de l'exploitation au sein d'une seule installation nationale.• Révision de la structure de gestion en prévision de l'augmentation du nombre d'équipes techniques et de gestion grâce à l'appui du Fonds.

Aspect à améliorer et installations touchées	Exemples de conditions	Exemples de mesures prises pour respecter les conditions
Gestion du rendement (cinq cas dans quatre installations : Calcul Canada, CCRS, Érudit, ONC)	<ul style="list-style-type: none"> Élaborer un cadre de mesure du rendement établissant les mesures du rendement scientifique, organisationnel et opérationnel afin de fournir à la direction et au conseil d'administration suffisamment d'information pour la prise de décisions éclairées. Fixer des objectifs clairs pour suivre les progrès accomplis et la réussite de la démarche de transfert de technologie. 	<ul style="list-style-type: none"> Transformation du plan stratégique en un plan de gestion reflétant les bonnes pratiques afin d'y inclure un cadre de mesure du rendement. Mise en œuvre de stratégies visant à améliorer le repérage et le suivi des contributions scientifiques au moyen d'alertes de publication et de citation automatisées et d'identificateurs d'objets numériques pour les ensembles de données.
Accès aux utilisateurs (cinq cas dans quatre installations : LSF, NGCC <i>Amundsen</i> , ONC, SNOLAB)	<ul style="list-style-type: none"> Adopter une politique d'accès fondé sur le mérite des expérimentateurs. Être plus réceptif aux besoins de la communauté et accroître la capacité à attirer des clients atypiques. 	<ul style="list-style-type: none"> Enrichissement et diversification de l'expertise du comité d'attribution du temps. Amélioration de l'accès aux données en autorisant l'utilisation du portail même sans identifiants.
Efficacité opérationnelle (cinq cas dans trois installations : Calcul Canada, CCRS, ONC)	<ul style="list-style-type: none"> Effectuer une analyse coûts/bénéfices en vue de rédiger un plan de consolidation clair et un guide d'allocation des infrastructures supplémentaires. Réviser le mandat des comités d'exploitation afin de réduire leur effectif compte tenu des synergies entre les plateformes. 	<ul style="list-style-type: none"> Réalisation d'une analyse coûts/bénéfices et mise en place d'un plan de consolidation.

Aspect à améliorer et installations touchées	Exemples de conditions	Exemples de mesures prises pour respecter les conditions
Plan scientifique (trois cas dans deux installations : ONC, SNOLAB)	<ul style="list-style-type: none"> • Faire preuve d'un leadership scientifique plus fort en collaboration avec les communautés de chercheurs canadiennes compétentes. • Élaborer un plan visant à élargir le programme scientifique au-delà de la physique des particules. 	<ul style="list-style-type: none"> • Établissement d'une stratégie de mise en œuvre des programmes scientifiques. • Élaboration de plans stratégiques et de mise en œuvre publics (2017-2022) avec l'aide des chercheurs.
Ressources humaines (deux cas dans deux installations : ONC, Calcul Canada)	<ul style="list-style-type: none"> • Créer un cadre de gestion des ressources humaines comprenant des politiques et des procédures sur l'embauche, la formation et le déploiement des ressources. • Fournir davantage d'information dans les demandes d'embauche, notamment des descriptions de poste et la justification de la valeur ajoutée. 	<ul style="list-style-type: none"> • Création d'un cadre de gestion des ressources humaines. • Communication de renseignements complémentaires (par exemple, descriptions de poste) et justification de la valeur ajoutée du personnel supplémentaire.
Financement par les partenaires (deux cas dans deux installations : CCRS, ONC)	<ul style="list-style-type: none"> • Revoir la stratégie de développement opérationnel afin d'adopter une approche de mobilisation plus ciblée des partenaires industriels en recherche et développement. • Diversifier les sources de financement en faisant affaire avec d'autres établissements. 	<ul style="list-style-type: none"> • Révision du plan de développement opérationnel, qui décrit des stratégies visant à mettre en place une politique de tarification des services de l'installation.

Aspect à améliorer et installations touchées	Exemples de conditions	Exemples de mesures prises pour respecter les conditions
Gestion des risques (deux cas dans deux installations : CCRS, ONC)	<ul style="list-style-type: none"> • Mettre pleinement en œuvre un système de gestion des risques opérationnels. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mise en œuvre du système.
Rayonnement (six cas dans une installation : ONC)	<ul style="list-style-type: none"> • Élaborer une stratégie pour attirer les meilleurs chercheurs nationaux et internationaux. 	<ul style="list-style-type: none"> • Recours aux services de plusieurs organisations canadiennes pour aider le milieu de la recherche canadien à exploiter pleinement les forces uniques du réseau.
Autre (admissibilité) (deux cas dans une installation : Calcul Canada)	<ul style="list-style-type: none"> • Constituer l'installation en organisme sans but lucratif pour clarifier l'obligation de reddition de compte et la responsabilité fiduciaire. 	<ul style="list-style-type: none"> • Constitution en organisme sans but lucratif.
Cybersécurité (un cas dans une installation : Calcul Canada)	<ul style="list-style-type: none"> • Mettre en place un programme de cybersécurité. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mise en œuvre d'un plan et de politiques de cybersécurité définissant les rôles et les responsabilités du personnel de cybersécurité en matière de mise en œuvre et d'exploitation pour toute la durée du projet.



ANNEXE D – Leçons à retenir sur la gestion du rendement

La sélection de mesures fiables, puis leur hiérarchisation est l'une des étapes les plus difficiles de la gestion et de l'évaluation fondées sur le rendement. L'établissement d'indicateurs clés à la fois mesurables et significatifs pour les installations et utiles à la FCI pour démontrer les impacts du Fonds des initiatives scientifiques majeures a constitué un défi au cours des cycles de financement analysés pour le présent rapport.

C'est pourquoi la FCI a rectifié ses attentes relatives aux indicateurs pour les installations financées au cours du cycle de financement 2017-2022. Comme l'adaptation des indicateurs à chaque installation limite la capacité de la FCI à faire des comparaisons, les installations et la FCI ont travaillé ensemble pour atténuer certaines difficultés pour le cycle de financement 2017-2022. Par exemple, la FCI a normalisé le nom et la définition de six indicateurs généraux et communs à toutes les installations.

Néanmoins, vu la diversité des environnements et la difficulté de recueillir les données nécessaires, toute comparaison entre les installations demeurera limitée. Compte tenu de ces défis, la FCI et les installations continueront à améliorer de concert la façon dont elles communiquent les résultats à leurs parties prenantes.

L'établissement de cibles pour chacun des indicateurs s'est aussi avéré complexe. Bien qu'on ait demandé des cibles aux installations financées au cours du cycle de 2012-2017, la plupart n'en avait pas fixé ou avaient simplement fourni la mesure réelle de l'année précédente.

Il n'est pas aisé de définir des indicateurs et des cibles, d'une part parce que les installations ont peu de contrôle sur les mesures scientifiques typiques (par exemple, le nombre de publications et le nombre de membres de personnel hautement qualifié), qui dépendent surtout de leur bassin d'utilisateurs, et d'autre part parce que la recherche scientifique ne progresse pas toujours de façon linéaire et

que l'échec fait partie du processus. De ce fait, les mesures et les cibles de rendement sont précaires, ce qui est d'autant plus exacerbé dans un environnement où l'on favorise la recherche à haut risque et à rendement élevé.

La FCI est consciente que ses attentes doivent tenir compte des réalités du processus de recherche. Mais il reste non moins important de fixer des objectifs significatifs pour stimuler les progrès et favoriser l'amélioration continue, et d'autant plus quand ils se rapportent à des indicateurs sur lesquels les installations ont un réel contrôle (par exemple le niveau de satisfaction ou d'utilisation).

Au terme de cette analyse, la FCI constate également que de nombreuses organisations axées sur la recherche ne voient pas d'emblée les avantages de ce type de stratégie de mesure du rendement. Bien qu'elles aient établi des indicateurs et mis en œuvre des stratégies de mesure du rendement, certaines installations ne l'avaient fait que pour se conformer aux exigences de la FCI et, pendant les premières années, sont demeurées sceptiques quant à la valeur que tout cela représente pour leur organisation. Par exemple, l'une d'entre elles n'avait pas fixé de cible à ses indicateurs, car elle ne jugeait pas pertinent de le faire.

Malgré tout, plusieurs installations comprennent maintenant comment cette stratégie peut être utilisée à leur avantage et non simplement pour se conformer aux exigences de la FCI. Lorsqu'elles se sont mises à appuyer leurs activités quotidiennes au moyen de ces cibles et d'indicateurs de rendement clés, elles ont commencé à en voir le potentiel.