



Élaborer la stratégie canadienne sur l'infrastructure de recherche numérique : point de vue de la FCI

Novembre 2015

Table des Matières

ACRONYMES.....	3
FONDATION CANADIENNE POUR L'INNOVATION	4
SOMMAIRE.....	5
CONTEXTE.....	6
ÉTAT DE L'ÉCOSYSTÈME DE L'IRN DU CANADA	7
INFRASTRUCTURE DE RECHERCHE NUMÉRIQUE : VISION DE LA FCI.....	10
ÉCOSYSTÈME DE L'INFRASTRUCTURE DE RECHERCHE NUMÉRIQUE : INTÉGRÉ ET COORDONNÉ	11
« DISTRIBUTION » DE L'ÉCOSYSTÈME DE L'INFRASTRUCTURE DE RECHERCHE NUMÉRIQUE	13
RECOMMANDATIONS POUR CONCRÉTISER LA VISION	14
CONCLUSION	15
ANNEXE 1 : LES ACTEURS DE L'ÉCOSYSTÈME DE L'INFRASTRUCTURE DE RECHERCHE NUMÉRIQUE DU CANADA	16
ANNEXE 2 : LES SEPT CARACTÉRISTIQUES D'UN ÉCOSYSTÈME DE L'INFRASTRUCTURE DE RECHERCHE NUMÉRIQUE À HAUT RENDEMENT.....	22

ACRONYMES

ABRC	Association des bibliothèques de recherche du Canada
CERN	Conseil européen pour la recherche nucléaire
CNRC	Conseil national de recherches Canada
CRSH	Conseil de recherches en sciences humaines
CRSNG	Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie
CUCCIO	Regroupement des dirigeants des technologies de l'information (TI) du secteur de l'enseignement supérieur au Canada
DRC	Données de recherche Canada
FCI	Fondation canadienne pour l'innovation
IC	Industrie Canada
ICIST	Institut canadien de l'information scientifique et technique
IRN	Infrastructure de recherche numérique
IRSC	Instituts de recherche en santé du Canada
ISM	Fonds des initiatives scientifiques majeures
NEPTUNE	North-East Pacific Time-Series Undersea Networked Experiments
RORE	Réseaux optiques régionaux évolués

FONDATION CANADIENNE POUR L'INNOVATION

La Fondation canadienne pour l'innovation procure aux chercheurs les outils dont ils ont besoin pour voir grand et innover. Ses investissements dans des installations et de l'équipement de pointe permettent aux universités, aux collèges, aux hôpitaux de recherche et aux établissements de recherche à but non lucratif du Canada d'attirer et de retenir les meilleurs talents au monde, de former la prochaine génération de chercheurs, d'appuyer l'innovation dans le secteur privé et de créer des emplois de grande qualité qui renforcent l'économie et qui améliorent la qualité de vie de tous les Canadiens.

SOMMAIRE

Qu'ils soient astronomes, physiciens des particules, économistes ou linguistes, les chercheurs dépendent de plus en plus de la production, de la gestion et du partage de grandes quantités de données pour créer des connaissances. Il y a donc au pays un besoin grandissant d'offrir à nos plus brillants esprits l'accès à une infrastructure de recherche numérique efficace et efficiente. Pour ce faire, le gouvernement du Canada élabore actuellement une [stratégie pour l'infrastructure de recherche numérique \(IRN\)](#) en vue d'améliorer l'utilisation des ressources numériques au pays dans tous les domaines de recherche et faire progresser le plan [Canada numérique 150](#).

Depuis 20 ans, le Canada développe son propre écosystème de l'IRN qui a été à l'origine de progrès importants, que l'on pense à la mise en place d'un réseau central national à grande vitesse de calibre mondial ou à l'accès à une gamme de ressources de calcul informatique en recherche avancée offerte aux chercheurs. L'accélération des changements technologiques et l'évolution rapide des besoins de la communauté de chercheurs ont toutefois mené au développement de l'écosystème de l'IRN où les rôles et les mandats de nombreux acteurs se chevauchent, et dont le fonctionnement n'est toujours pas optimal.

Pour assurer un haut niveau de rendement à cet écosystème, la FCI propose un système intégré qui favorise une coordination et une harmonisation accrues des acteurs et des composantes. Une vision d'ensemble et à long terme de la promotion des capacités de cet écosystème permettrait d'y arriver.

Selon la FCI, un écosystème de l'IRN national à haut rendement doit présenter les sept caractéristiques essentielles suivantes : intégré, inclusif, durable, complet, accessible, centré sur l'utilisateur et flexible. Cet écosystème doit aussi répondre aux priorités et aux besoins, actuels et futurs, de la communauté de chercheurs du Canada, faire l'objet d'une gestion et d'une gouvernance solides et bénéficier d'un financement pluriannuel prévisible. Ces conditions permettront une coordination et une harmonisation accrues des acteurs et des composantes, et assureront aux utilisateurs un accès rapide aux ressources et aux services désirés.

La FCI recommande également l'adoption d'objectifs stratégiques concrets et d'actions à court et à moyen terme pour mieux coordonner et harmoniser les démarches de tous les acteurs de l'écosystème. En bout de ligne, c'est la capacité du Canada de mener des recherches à grand volume de données et nécessitant une forte puissance de calcul qui s'en trouvera améliorée.

CONTEXTE

Paysage de la recherche en évolution

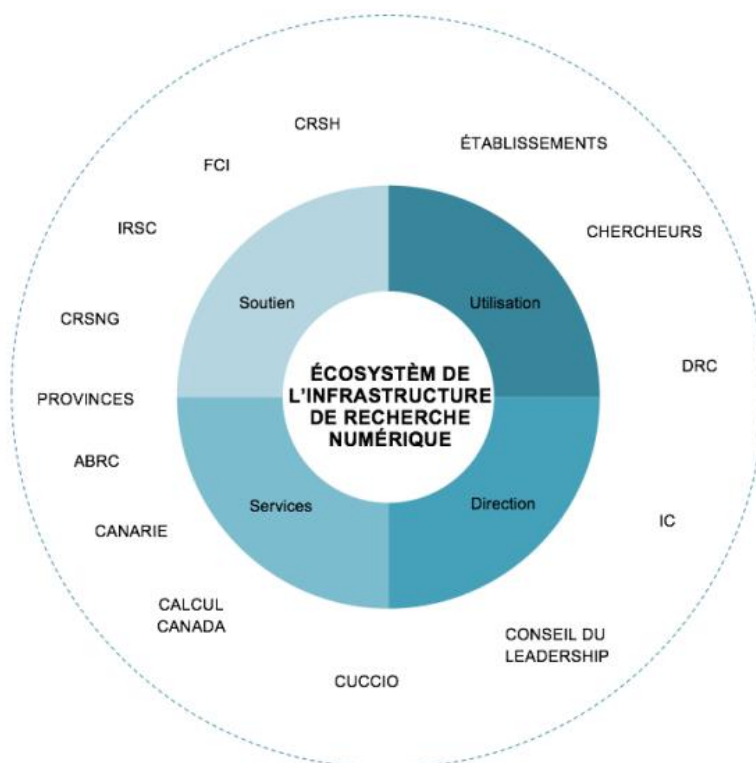
Aujourd'hui, les recherches de pointe reposent de plus en plus sur l'utilisation partagée d'installations de grande envergure et la gestion de grandes quantités de données. Dans bon nombre de domaines, les chercheurs sont de plus en plus nombreux à former de grands groupes ou des consortiums pour produire, gérer et partager leurs données de recherche. La qualité et la disponibilité des ensembles de données, des plateformes de recherche et des outils d'analyse sont ainsi devenues essentielles à la création de connaissances par les chercheurs. En réponse à l'évolution du contexte de la recherche, le gouvernement du Canada souhaite mettre au point une [stratégie pour l'infrastructure de recherche numérique](#) en vue d'améliorer l'utilisation des ressources numériques au pays dans tous les domaines de recherche et faire progresser le plan [Canada numérique 150](#).

Infrastructure de recherche numérique

Dans le présent document, « infrastructure de recherche numérique (IRN) » désigne l'ensemble des composantes qui sont gérées et exploitées collectivement (comme des installations et des services partagés) par les établissements de recherche et les utilisateurs de partout au pays, celles-ci ne pouvant être prises en charge par un seul établissement en raison de leur taille, de leur complexité et de leur coût considérables. Parmi ces composantes, mentionnons les capacités de calcul, le stockage de données, les services techniques, les logiciels de recherche, les intergiciels, les réseaux optiques à grande vitesse et les capacités de gestion des données de recherche. Les ressources et les biens informatiques utilisés par un seul chercheur ou une petite équipe ayant des besoins modestes sont exclus de cette définition, car la FCI estime qu'ils relèvent de la responsabilité de chaque établissement.

Infrastructure de recherche numérique du Canada : ses acteurs, ses installations

Au cours des deux dernières décennies, le Canada s'est doté d'équipements importants et a su développer des capacités avancées pour plusieurs composantes de l'infrastructure de recherche numérique : réseau central à grande vitesse, infrastructure de calcul informatique en recherche avancé, vastes corpus de précieuses données de recherche, technologies et outils d'analyse, en plus d'avoir créé et amélioré plusieurs organismes indépendants agissant comme parties prenantes. Ce complexe écosystème est peuplé de diverses parties prenantes (acteurs), chacune ayant un mandat et un rôle propres ([L'annexe 1](#) présente l'aperçu des rôles et des responsabilités des acteurs actuels).

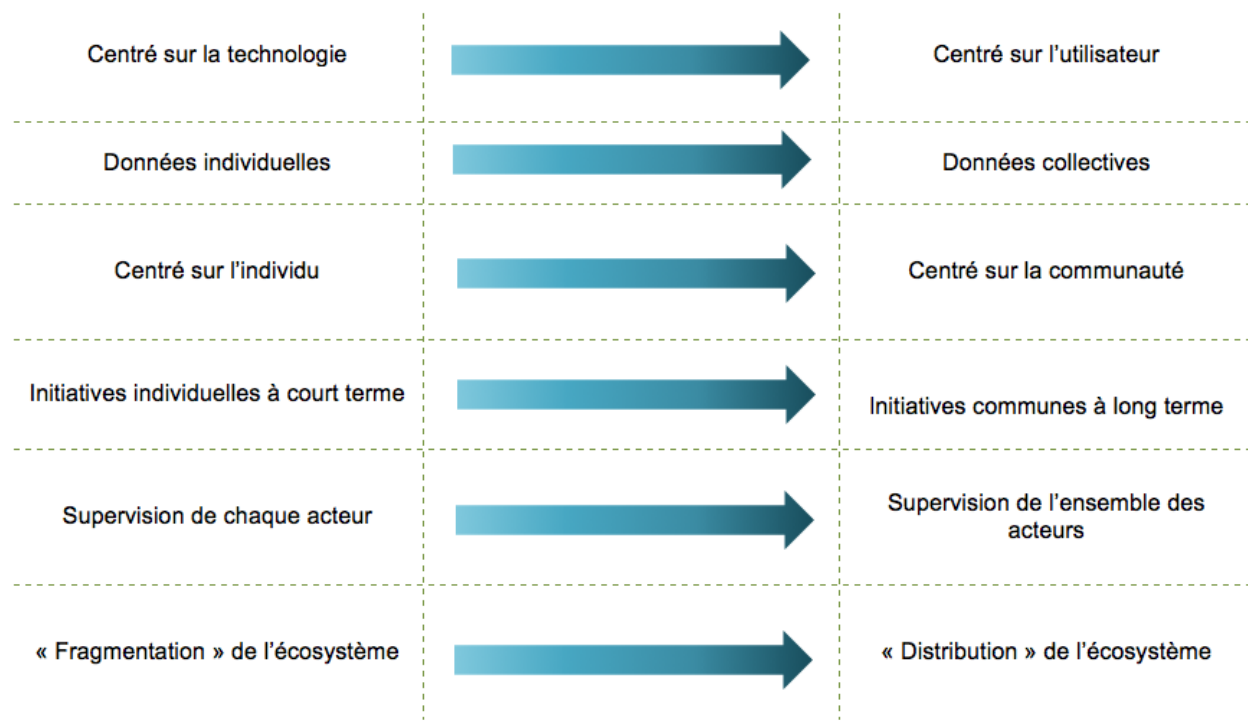


Élaborer la stratégie canadienne sur l'infrastructure de recherche numérique

Défi

Dans certains cas, la croissance et l'évolution de l'écosystème de l'infrastructure de recherche numérique du Canada provoquent de véritables changements de paradigmes en matière de planification, de réalisation et d'évaluation de la recherche. Pour répondre aux exigences de cet écosystème en évolution, ces transformations doivent être examinées attentivement.

Recentrage dans l'écosystème de l'infrastructure de recherche numérique



De plus, l'avènement de l'ère des données volumineuses et la prédominance des recherches à grand volume de données et nécessitant une forte puissance de calcul ont entraîné une attention et un soutien accrus pour l'infrastructure de recherche numérique, les outils logiciels et la gestion des données, ainsi que la formation d'un personnel qualifié requis pour exploiter ces capacités. Le principal défi à relever prend sa source dans le chevauchement des rôles et des mandats des nombreux acteurs de l'écosystème. L'approche adoptée pour l'IRN du Canada a permis aux différents acteurs de mener leurs activités et d'évoluer de façon indépendante, mais leurs réussites respectives ne garantissent pas le succès de l'écosystème dans son ensemble. De l'avis de plusieurs acteurs, cette approche en vase clos s'est traduite par un écosystème « fragmenté », « désorganisé » et caractérisé par un « manque de cohésion ».

ÉTAT DE L'ÉCOSYSTÈME DE L'IRN DU CANADA

À bien des égards, l'approche du gouvernement du Canada a été une réussite. Ses politiques et ses mécanismes de financement ont favorisé le développement d'une gamme de ressources et d'installations de recherche numérique. Prenons par exemple les observatoires océanographiques, inexistant il y a 20 ans. Depuis ce temps, le Canada en a implanté deux, soit les Ocean Tracking Network et Ocean Networks Canada. Au cours de cette même période, Génome Canada a vu le jour, et aujourd'hui, trois

Élaborer la stratégie canadienne sur l'infrastructure de recherche numérique

centres de génomique régionaux de calibre mondial produisent annuellement d'énormes quantités de données. Par ailleurs, le Canada héberge dorénavant un centre de calcul en réseau de premier niveau ATLAS, qui participe à la gestion et à l'exploitation des pétaoctets de données générées chaque jour par le supercollisionneur de l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire.

Cette approche de financement a également permis l'élaboration et l'exploitation d'un réseau central à grande vitesse de calibre mondial et de ressources de calcul informatique en recherche avancé mis à la disposition de tous les chercheurs, peu importe leur établissement d'affiliation.

Aujourd'hui, les chercheurs du Canada ont accès à sept composantes de l'IRN :

1. Réseau central à très grande vitesse, exploité et géré par CANARIE en collaboration avec les réseaux optiques régionaux évolués des provinces et territoires, qui permet de mener des recherches de pointe à grand volume de données partout au Canada
2. Ressources de calcul informatique en recherche avancé et de stockage de données ainsi que des services de soutien technique et de gestion, coordonnés et supervisés par Calcul Canada, et offerts aux chercheurs de tous les établissements d'affiliation
3. Ressources et outils pour la création d'infrastructures de données de recherche partagées
4. Logiciels de traitement et d'analyse des données de recherche
5. Intergiciels de gestion, de partage et de transfert des données de recherche partout au pays et à l'étranger
6. Politiques, pratiques, méthodes et soutien en gestion des données de recherche
7. Personnel hautement qualifié qui répond aux besoins relatifs à tous les aspects de l'infrastructure de recherche numérique

Les deux premières composantes (réseau central et ressources de calcul informatique en recherche avancé) constituent les éléments les plus importants de cet écosystème; c'est pourquoi le gouvernement leur a accordé davantage d'attention et de soutien.

Réseau à grande vitesse : Le gouvernement du Canada a mis en place [CANARIE](#) en 1993 pour exploiter le réseau de pointe du Canada et faciliter, en étroite collaboration avec les partenaires provinciaux et territoriaux, la recherche à grand volume de données partout au pays. Grâce à un financement pluriannuel prévisible depuis deux décennies, le Canada a su construire un réseau à grande vitesse de calibre mondial.

Calcul informatique en recherche avancé : Depuis le début des années 2000, la FCI est la principale source de financement des ressources en calcul informatique de grande envergure. Entre 1999 et 2006, la FCI a organisé différents concours consacrés aux infrastructures de recherche qui ont permis aux établissements de se doter de systèmes de calcul à haut rendement. Consciente qu'une intégration et une coordination accrues optimiseraient l'accès à ces systèmes de grande envergure, la FCI a lancé en 2006 un concours destiné aux plateformes nationales et a accordé 78 millions de dollars au financement d'une plateforme intégrée de calcul informatique en recherche avancé, ce qui a mené à la création de [Calcul Canada](#).

La plateforme pancanadienne de calcul informatique en recherche avancé est une infrastructure de calibre mondial née de cet investissement. Elle a toutefois été d'une efficacité limitée en l'absence d'un financement pluriannuel prévisible, une condition nécessaire à son renouvellement et à sa modernisation. Prenant acte de l'ampleur grandissante du problème, le gouvernement fédéral a annoncé en 2013 un financement ciblé de 50 millions de dollars. En 2015, il a rajouté à l'Initiative sur la cyberinfrastructure de la FCI la somme 100 millions de dollars. De ces montants, 30 millions ont été versés en juin 2015 pour répondre aux besoins les plus pressants de la plateforme pancanadienne de calcul informatique en recherche avancé (cette dernière a aussi bénéficié en 2010 d'une contribution du Fonds des initiatives

Élaborer la stratégie canadienne sur l'infrastructure de recherche numérique

scientifiques majeures de la FCI, qui accorde un financement pluriannuel prévisible pour l'exploitation d'installations de recherche nationales).

Dans l'élaboration de l'Initiative sur la cyberinfrastructure, la FCI a mis l'accent sur les besoins collectifs des communautés de chercheurs pour la production et l'exploitation de vastes corpus de données, souvent appelés « [le déluge des données](#) ». La FCI a favorisé une approche ascendante axée sur la collaboration en incitant les établissements de recherche et les chercheurs à former des consortiums et à soumettre des projets d'utilisation d'infrastructures de recherche communes faites sur mesure. Cette façon de faire a provoqué un recentrage chez les chercheurs, passant d'une perspective individuelle de « mes données » à une perspective collective de « nos données ».

En dépit des réussites de l'IRN du Canada, les défis demeurent, et ceux-ci nécessitent l'élaboration d'une solide stratégie en la matière. En plus de se fier aux ressources de CANARIE et de Calcul Canada, la communauté de chercheurs doit aussi prêter attention aux cinq autres composantes, tout aussi importantes assurer le haut rendement de l'écosystème de l'infrastructure de recherche numérique.

Ressources et outils de création d'IRN partagées : Au cours de la dernière décennie, la capacité individuelle et collective des chercheurs à générer des données a augmenté de façon exponentielle. Ceux-ci ont accès à un réseau à grande vitesse de calibre mondial ayant bénéficié d'un financement pluriannuel prévisible. Toutefois, les ressources de calcul informatique en recherche avancée mises à leur disposition aujourd'hui ne sont plus à la fine pointe de la technologie. Cette situation est attribuable en partie au rythme des investissements, insuffisant pour compenser la durée de vie utile de plus en plus courte (habituellement de 3 à 5 ans) des infrastructures de calcul informatique. Par conséquent, de nombreux chercheurs ont dû réduire la portée de leurs recherches et s'adapter aux ressources de calcul informatique en recherche avancée à leur disposition pour exploiter le potentiel des grands ensembles de données.

Logiciels et intergiciels : Les investissements dans les logiciels de recherche et les outils de gestion des données sont d'une importance capitale pour maximiser l'exploitation des grands ensembles de données et utiliser efficacement le réseau central du Canada. Des investissements réalisés dans le passé par la FCI et CANARIE, et plus récemment par Calcul Canada, ont sans conteste facilité l'accès aux données, de même que leur partage et leur transfert au pays et à l'étranger. Toutefois, ce financement n'a que partiellement comblé les besoins en développement d'outils logiciels. La solution ne saurait résider simplement dans l'augmentation des contributions de la FCI, de CANARIE et de Calcul Canada.

Prenons comme exemple le récent concours lancé par l'Initiative sur la cyberinfrastructure de la FCI. Un tiers des propositions soumises reposaient sur des plateformes de données et des outils logiciels financés précédemment par la FCI et CANARIE. Les investissements consentis par CANARIE ont permis de développer des logiciels de recherche qui, à leur tour, ont bonifié des projets importants financés par la FCI au début des années 2000 (pensons entre autres au logiciel CBRAIN de l'Université McGill et à l'observatoire océanographique NEPTUNE de la University of Victoria). De fait, la FCI a permis de construire l'infrastructure de base, et CANARIE, de développer des capacités logicielles. La FCI reprend maintenant le relais pour favoriser l'expansion de l'infrastructure de données et le perfectionnement des outils logiciels grâce à son nouveau concours consacré à la cyberinfrastructure. Cette série d'interventions, qui mènera assurément à d'excellents résultats, s'est mise en place par heureux hasard, en l'absence d'une stratégie sur l'IRN.

Gestion des données de recherche : La gestion des données de recherche est sans doute la plus importante des composantes d'une infrastructure de recherche numérique à haut rendement, qui n'a pas reçu toute l'attention requise. Puisque chaque acteur de cet écosystème est responsable, à des degrés divers de la gestion des données de recherche, on a observé une fragmentation dans ce domaine. Créé en réponse à ce problème, l'organisme Données de recherche Canada a connu un succès très mitigé, et c'est pourquoi CANARIE s'est récemment engagée à appuyer la mie en poste d'un directeur général qui

Élaborer la stratégie canadienne sur l'infrastructure de recherche numérique

aura pour mission de bonifier les activités de l'organisme et de rehausser son profil. Est-ce que CANARIE est la mieux positionnée pour jouer ce rôle? Il est vrai que les trois organismes fédéraux de financement de la recherche auraient un intérêt direct à contribuer financièrement à la réussite de Données de recherche Canada et à le doter d'un mandat, d'une gestion et d'une gouvernance adéquates. Toutefois, en l'absence d'autres options, CANARIE s'est portée volontaire pour combler ce manque.

Apport du personnel hautement qualifié : La demande croissante en personnel hautement qualifié résulte de l'action combinée de plusieurs tendances, notamment l'augmentation du nombre de chercheurs travaillant dans des contextes à prédominance numérique, les avancées réalisées dans le domaine de l'instrumentation scientifique et biomédicale, et la baisse des coûts de calcul et de stockage des données. Ces tendances agissent sur plusieurs secteurs de recherche, dont ceux faisant appel à la détection à distance et aux réseaux de capteurs et ceux intégrant les systèmes d'ingénierie virtuelle et d'imagerie médicale. Elles expliquent aussi l'augmentation de la demande en analystes spécialisés dans une discipline, qui peuvent ainsi aider les chercheurs à choisir les bonnes technologies de calcul informatique en recherche avancée, les conseiller sur la configuration des logiciels de calcul de pointe et donner de la formation aux membres des équipes de recherche.

INFRASTRUCTURE DE RECHERCHE NUMÉRIQUE : VISION DE LA FCI

Pour faire progresser les recherches reposant sur le numérique au pays, la FCI propose une gestion intégrée de nos précieux acquis en infrastructure de recherche numérique (installations et capacités de recherche) au Canada, qui met l'accent sur une coordination et une harmonisation accrues des acteurs et des composantes. Une vision d'ensemble et à long terme de la promotion des capacités de cet écosystème permettrait d'y arriver.

Selon la FCI, un écosystème de l'IRN national à haut rendement doit présenter les sept caractéristiques essentielles suivantes : intégré, inclusif, durable, complet, accessible, centré sur l'utilisateur et flexible¹. Cet écosystème doit aussi répondre aux priorités et aux besoins, actuels et futurs, de la communauté de chercheurs du Canada, faire l'objet d'une gestion et d'une gouvernance solides et bénéficier d'un financement pluriannuel prévisible. Ces conditions permettront une coordination et une harmonisation accrues des acteurs et des composantes, et assureront aux utilisateurs un accès rapide aux ressources et aux services désirés.

Une approche globale et écosystémique du développement et de la gestion de l'IRN doit prendre en compte les composantes et les acteurs, leurs rôles respectifs, leurs modes d'interactions et les effets de ces interactions sur la condition et l'efficacité du système. La coordination et l'harmonisation des activités et des investissements entraîneront l'optimisation des aspects suivants de l'écosystème :

- L'efficacité, soit l'aptitude des acteurs à remplir leur mandat et à produire les résultats prévus
- L'efficacité, soit les décisions et les actions qui réduisent les doublons et les chevauchements et améliorent la coordination et l'harmonisation, maximisant ainsi le rendement de l'écosystème dans son ensemble
- L'équilibre, soit les décisions et les actions qui tiennent compte des interdépendances afin d'équilibrer l'écosystème

¹ Ces sept caractéristiques sont décrites à l'annexe 2.

ÉCOSYSTÈME DE L'INFRASTRUCTURE DE RECHERCHE NUMÉRIQUE : INTÉGRÉ ET COORDONNÉ

L'infrastructure de recherche numérique évolue rapidement, et le Canada dispose de nombreuses composantes pour bien s'adapter à ces changements. La prochaine étape logique consiste à accroître l'intégration et la coordination des diverses composantes de l'écosystème de façon à maximiser le rendement des investissements considérables réalisés jusqu'à maintenant dans ce domaine. La FCI est convaincue qu'un écosystème à haut rendement au Canada doit être à la fois structuré et orienté en fonction des exercices de planification de la recherche menés par les communautés et du même coup répondre au défi du « déluge de données ». Cet écosystème doit également combler l'urgent besoin de perfectionnement du personnel hautement qualifié.

Orientation en fonction des besoins des utilisateurs

L'avènement de l'ère des données volumineuses a entraîné une modification des méthodes de recherche. En effet, les chercheurs sont de plus en plus nombreux à produire, à gérer et à partager leurs données de recherche par l'entremise de grands groupes ou de consortiums qui dépendent, pour faire avancer les connaissances, de la qualité et de la disponibilité d'ensembles de données, de plateformes de recherche et d'outils d'analyse à usage commun. Le contexte de recherche observé depuis des décennies en astronomie et en physique des particules, par exemple, est caractérisé par l'exploitation collective et le partage de grands ensembles de données, une situation qui devient de plus en plus la norme dans les sciences de la santé, l'ingénierie et les [sciences humaines](#). Cette tendance met en évidence les besoins de développement d'une infrastructure de recherche et de planification de la gestion des données dans une perspective collective.

Les exercices de planification de la recherche constituent une composante essentielle d'un écosystème d'infrastructure de recherche numérique à haut rendement. Cependant, il n'existe que peu de mesures pour inciter les communautés de chercheurs à mener des exercices de planification de la recherche afin de cerner les domaines où l'ensemble des chercheurs du Canada possède une solide et vaste expertise qui renforce l'avantage concurrentiel du pays. De plus, comme ils sont fort utiles pour établir les priorités et les exigences relatives aux réseaux, aux ressources de calcul et de stockage et au soutien aux utilisateurs (y compris le personnel hautement qualifié), ces exercices de planification contribueraient à structurer et à orienter l'écosystème. Par ce type de démarche, les communautés de chercheurs pourraient aussi établir leurs besoins d'infrastructure et de gestion des données de recherche. Cette activité serait semblable à [l'atelier](#) mené avec succès par la FCI en janvier 2014, qui portait sur l'avenir du développement de nos capacités en cyberinfrastructure pour la recherche au Canada. Un exercice semblable, entrepris par Calcul Canada en 2014 visait à évaluer les besoins à moyen terme des communautés de chercheurs; le Plan durable pour l'informatique de pointe en recherche (PDIPR) pourrait aussi servir de modèle.

Planification et gestion du « déluge de données »

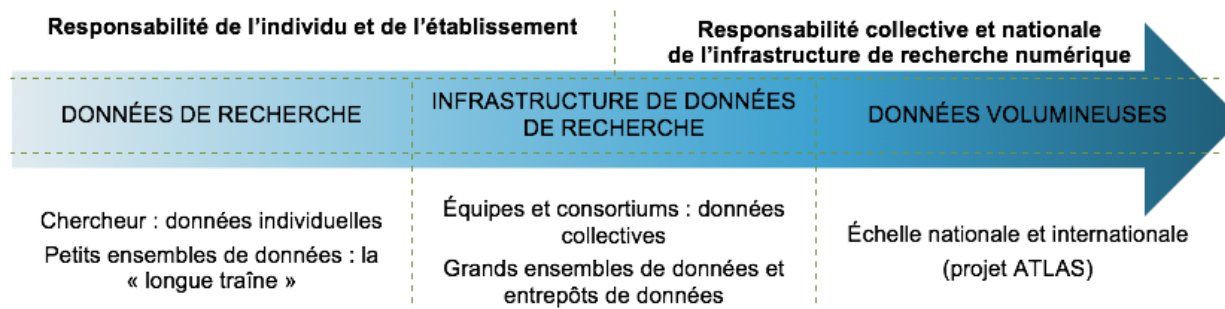
Le Canada a besoin d'une solide stratégie sur l'infrastructure de recherche numérique pour gérer les volumes de données générés, qui n'ont jamais été aussi élevés. Les capacités techniques actuelles de production de données à grande échelle en réduisent le coût unitaire. Cependant, elles génèrent également une certaine forme de pollution des données. Ce n'est pas parce que l'on peut produire de vastes quantités de données qu'il nous faut nécessairement tout conserver. L'exploitation et la conservation adéquates des données produites passent obligatoirement par une planification de la recherche, des politiques de gestion des données et des mesures incitatives appropriées.

La production de données de recherche doit être envisagée comme un continuum dans lequel on retrouve, à une extrémité, les données de faible envergure gérées par un seul chercheur, et à l'autre, les

Élaborer la stratégie canadienne sur l'infrastructure de recherche numérique

données volumineuses que seuls des consortiums internationaux comme le projet ATLAS de l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire peuvent prendre en charge. Dans le premier cas, qui correspond à la « [longue traîne des données de recherche](#) », il revient aux établissements de répondre aux besoins individuels de leurs chercheurs. L'infrastructure de recherche numérique du Canada s'est plutôt concentrée sur la deuxième instance.

Gestion des données de recherche



Les petits ensembles de données de recherche générés dans un laboratoire par un chercheur ou une petite équipe ont souvent une valeur pour la communauté de chercheurs dans son ensemble, mais demeurent inexploités. Il revient au chercheur et à son établissement de rendre disponibles ces données et métadonnées. En l'absence de normes et d'une terminologie communes, celles-ci ne peuvent toutefois pas être intégrées à une ressource collective et n'ont, dans cette optique, que peu de valeur.

Le développement de normes et de pratiques de gestion des données est essentiel à un écosystème de l'infrastructure de recherche numérique à haut rendement. En guise de point de départ dans l'étude de cette question, mentionnons la politique sur la gestion des données de recherche élaborée par les trois organismes fédéraux de financement de la recherche, (à savoir les Instituts de recherche en santé du Canada, le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie et le Conseil de recherches en sciences humaines du Canada), qui établit que la gestion adéquate des ensembles de données individuels relève de la responsabilité des chercheurs et de leur établissement. L'approche ascendante adoptée par la FCI dans l'Initiative sur la cyberinfrastructure offre aux consortiums de chercheurs de différents domaines l'occasion d'élaborer ensemble des normes et pratiques communes.

De nombreuses voix se sont aussi élevées au cours des quinze dernières années pour demander l'élaboration d'une infrastructure nationale de conservation et d'archivage des données². Malgré leur grande importance, ces aspects dépassent le cadre de l'infrastructure de recherche tel que défini par la FCI, et c'est pour cette raison qu'ils ne sont pas considérés dans ce document.

² CRSH, mai 2001 : *Consultation sur les archives nationales de données. Phase un : Rapport d'évaluation des besoins.*

Enjeu des ressources humaines : répondre à la demande croissante en personnel hautement qualifié

À l'ère des données volumineuses, les experts en cette matière sont extrêmement précieux. Le besoin en personnel hautement qualifié est probablement le plus grand défi de gestion des données de recherche auquel nous sommes confrontés. Une coordination et une intégration accrues de l'infrastructure de recherche numérique du Canada favoriseront le soutien d'une telle main-d'œuvre qualifiée, qui est nécessaire pour optimiser le rendement du système. Ici, la question des ressources humaines est aussi importante que l'infrastructure en soi.

D'ordre général, les chercheurs ne devraient pas avoir à devenir des techniciens spécialisés en informatique et gestion des données. Ils ont besoin d'analystes qui traiteront adéquatement leurs données et de spécialistes en logiciels qui élaboreront les outils nécessaires à la pleine exploitation de celles-ci. Par ailleurs, ces besoins sont encore plus pressants dans les domaines peu habitués aux recherches à grand volume de données. L'accès au personnel hautement qualifié évite aux chercheurs de perdre leur temps à maîtriser des outils de calcul informatique en recherche avancé et de gestion des données pour pouvoir mieux se concentrer sur la recherche.

En raison de l'utilisation grandissante d'applications en ligne offrant des outils perfectionnés d'analyse et de visualisation des données, il devient encore plus difficile d'exploiter le plein potentiel des systèmes de calcul informatique en recherche avancé. En plus du personnel hautement qualifié requis pour l'exploitation et la maintenance des centres de traitement de données, l'utilisation des systèmes de calcul informatique en recherche avancé actuels nécessite la collaboration de spécialistes en analyse de données, en gestion de données, en bio-informatique, en physique informatique, en programmation parallèle et en d'autres domaines. Ce type d'expertise est une denrée rare à l'échelle mondiale. Une stratégie nationale sur l'infrastructure de recherche numérique doit aborder ce problème en faisant le point sur les effectifs disponibles et la formation offerte, et en proposant des solutions pour augmenter le nombre de spécialistes. Elle doit également favoriser des liens solides entre chercheurs et spécialistes pour maximiser le rendement des capacités de recherche de pointe du pays.

« DISTRIBUTION » DE L'ÉCOSYSTÈME DE L'INFRASTRUCTURE DE RECHERCHE NUMÉRIQUE

Dans notre modèle de distribution de l'écosystème de l'IRN, tous les fournisseurs de services et bailleurs de fonds conserveraient leur indépendance. Cependant, à l'occasion de l'examen périodique du rendement de l'écosystème, ils seraient évalués en fonction des objectifs et des priorités globales de la stratégie. À titre de meilleure pratique, les résultats de cette évaluation seraient rendus accessibles au public. De plus, les exigences et les besoins qui émaneraient des exercices de planification de la recherche menés par les communautés seraient compilés, évalués et hiérarchisés. Chaque partie prenante ou entité de recherche mettrait de l'avant ses propres besoins et priorités, mais l'écosystème à haut rendement disposerait d'un cadre complet et global d'évaluation des besoins. Le suivi et la surveillance de la condition générale et du rendement global du système est une responsabilité critique, ainsi permettant de corriger rapidement les problèmes et les déséquilibres.

Quelle entité devrait assurer ce suivi? Selon la FCI, cette responsabilité pourrait relever du Secteur science et innovation d'Industrie Canada. De fait, il supervise déjà les organismes de financement (à l'exception des Instituts de recherche en santé du Canada), la FCI et CANARIE. Dans la Stratégie dans le domaine des sciences, de la technologie et de l'innovation 2014 du gouvernement du Canada, le Secteur a également entrepris d'élaborer une stratégie sur l'infrastructure de recherche numérique. Il serait donc tout à fait justifié de confier à celui-ci la responsabilité d'évaluer l'atteinte des objectifs et le respect des priorités par l'écosystème dans son ensemble.

Horizon de planification et de financement à long terme

La planification et le financement à long terme (un horizon d'au moins cinq à sept ans) sont essentiels à un écosystème de l'infrastructure de recherche numérique à haut rendement. Avec un tel horizon, les priorités (développement coordonné des outils logiciels, formation de la main-d'œuvre, création d'infrastructures de données de recherche partagées) pourront faire l'objet d'un traitement optimal. De plus, une perspective à long terme conférerait stabilité et prévisibilité au système, et favoriserait une plus grande participation des parties prenantes. Par exemple, les communautés de chercheurs seront plus enclines à procéder à des exercices de planification si la stratégie prône une approche à long terme, centrée sur l'utilisateur et fondée sur la science, et qu'elle met en place un soutien continu.

Une approche à long terme comporte également des avantages financiers. Elle permettrait la mise en place d'un plan d'investissement coordonné sur cinq à sept ans qui inclurait d'autres acteurs comme Calcul Canada et CANARIE. Ce plan comprendrait des examens périodiques du rendement qui mesureraient les progrès accomplis en fonction des objectifs et des priorités de la stratégie. Il permettrait aussi de prendre des mesures rapides pour résoudre les problèmes ponctuels ou répondre aux nouveaux besoins découlant des avancées scientifiques et technologiques ou des considérations politiques.

RECOMMANDATIONS POUR CONCRÉTISER LA VISION

L'approche à l'égard de l'infrastructure de recherche numérique du Canada met l'accent sur l'innovation et la souplesse. Une stratégie nationale sur l'infrastructure de recherche numérique, qui établit les principaux objectifs et priorités de l'écosystème, renforcera ces bienfaits. L'adoption d'une approche à long terme ira également dans ce sens, mais sera en soi insuffisante pour garantir un écosystème à haut rendement. À ce chapitre, les rôles et les responsabilités de chaque acteur devront être bien définis, et leur rendement individuel et collectif évalué en fonction des objectifs et des priorités de la stratégie. Cette évaluation devra aussi tenir compte de leur volonté et de leur aptitude à prendre part à des activités collaboratives.

Objectifs et actions

Afin de mieux harmoniser et coordonner les actions de tous les acteurs de l'écosystème, la FCI propose une série d'objectifs stratégiques concrets et d'actions à court et à moyen terme.

Objectifs :

- Favoriser un écosystème centré sur l'utilisateur et orienté en fonction des exercices de planification de la recherche menés par les communautés, dans lesquels sont établies les priorités et les exigences relatives à l'infrastructure de recherche numérique du Canada
- Assurer un appui coordonné, prévisible, équilibré et durable aux composantes clés de l'écosystème
- Mettre en place un suivi complet, ce qui comprend la production de rapports destinés au public sur le fonctionnement de l'écosystème

Actions à court et à moyen terme :

- Définir les mandats, les rôles et les responsabilités de tous les acteurs de l'infrastructure de recherche numérique (en premier lieu, les fournisseurs de services et les bailleurs de fonds)
- Élaborer et mettre en œuvre un plan d'investissement pluriannuel prévisible pour les infrastructures de calcul informatique, de stockage des données et du réseau central, et de leur exploitation, tout en s'assurant qu'elles répondent constamment aux besoins des utilisateurs

Élaborer la stratégie canadienne sur l'infrastructure de recherche numérique

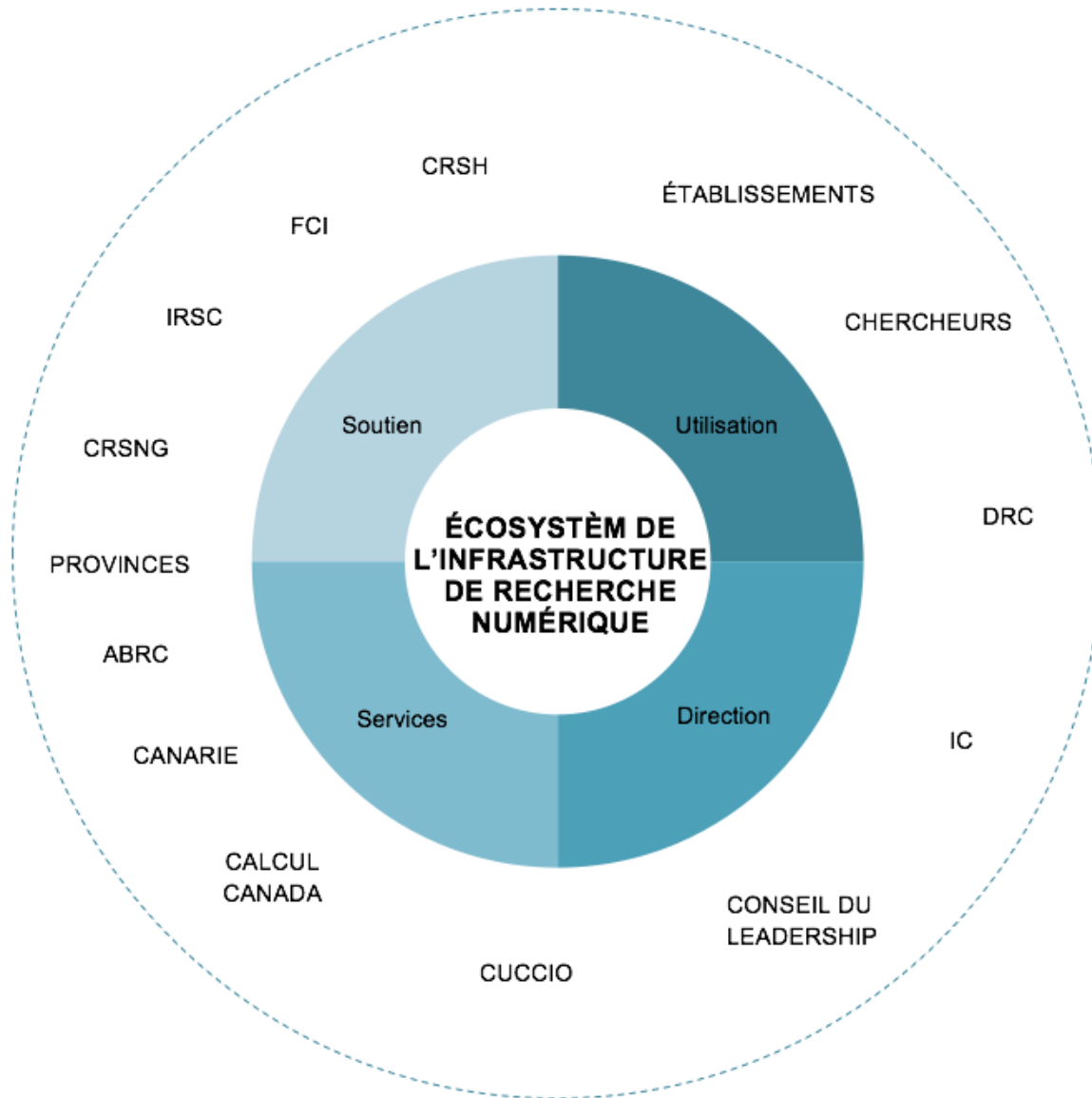
- Appuyer les activités de planification de la recherche menées par les communautés, qui ont pour but de définir les priorités et les exigences de fonctionnement pour la recherche à grand volume de données et nécessitant une forte puissance de calcul
- Établir, de concert avec les utilisateurs et les fournisseurs de services, un juste équilibre entre les ressources consacrées au réseau central et celles dédiées au calcul informatique avancé
- Développer et appuyer les infrastructures de données de recherche partagées dans les secteurs d'excellence du Canada
- Mettre en place, en collaboration avec Calcul Canada, CANARIE, les organismes fédéraux de financement de la recherche et les communautés d'utilisateurs, une approche coordonnée en matière de développement de logiciels et d'intergiciels de recherche
- Établir les exigences et les moyens qui permettront aux organismes fédéraux de financement de mettre en œuvre leur politique sur la gestion des données de recherche (planification, accès et gérance)
- Inciter les fournisseurs de services à offrir davantage de formation et à consacrer plus de ressources aux stages et au placement afin de renforcer les effectifs de l'infrastructure de recherche numérique du Canada

CONCLUSION

Le Canada peut être fier des réussites et des résultats obtenus par ses différentes initiatives sur l'infrastructure de recherche numérique. Grâce à son réseau central à très grande vitesse de calibre mondial, à la présence d'une vaste gamme de ressources de calcul informatique en recherche avancé et à des services financés qui couvrent tous les aspects (techniques, gestion et exploitation) de l'infrastructure de recherche numérique, le système a su bien répondre aux besoins des utilisateurs. Il a maintenant la maturité suffisante pour que ses acteurs mettent à profit leurs forces et leurs contributions respectives. Un écosystème de l'infrastructure de recherche numérique intégré, inclusif, durable, complet, accessible, centré sur l'utilisateur et flexible améliorera la capacité du Canada à mener des recherches à grand volume de données et nécessitant une forte puissance de calcul.

ANNEXE 1 : LES ACTEURS DE L'ÉCOSYSTÈME DE L'INFRASTRUCTURE DE RECHERCHE NUMÉRIQUE DU CANADA

Les parties prenantes de l'infrastructure de recherche numérique du Canada sont réparties en six grands groupes : les chercheurs et utilisateurs, les établissements, les fournisseurs de services, les organismes et associations partenaires, les bailleurs de fonds, ainsi que les provinces et organismes fédéraux de développement économique régional.



Élaborer la stratégie canadienne sur l'infrastructure de recherche numérique

Chercheurs et utilisateurs

Les chercheurs et les utilisateurs de tous les domaines sont les plus importantes parties prenantes de l'infrastructure de recherche numérique du pays : le système est conçu pour appuyer leurs activités de recherche. Ce groupe est caractérisé par sa diversité : astronomes, cosmologistes, physiciens des particules, physiciens des hautes énergies, bio-informaticiens, génématiciens, chercheurs en génomique, ingénieurs, économistes, historiens ainsi que beaucoup d'autres.

En ce qui concerne l'infrastructure de recherche numérique, chacune de ces communautés d'utilisateurs a des besoins très différents. Certains groupes sont bien organisés pour définir et hiérarchiser leurs besoins, en particulier ceux des domaines qui exigent des ressources importantes et une approche coordonnée de la conception d'instruments, de collecte de données et de stratégies d'échantillonnage. D'autres secteurs, comme celui des sciences de la vie, sont plus décentralisés, en partie en raison du fait que jusqu'à récemment, les recherches de pointe qui y avaient cours ne pouvaient être menées que dans le laboratoire. Par ailleurs, certains groupes commencent tout juste à comprendre et à exploiter les capacités de l'infrastructure de recherche numérique. Le succès de leurs entreprises nécessitera donc des ressources importantes sur les plans de la formation et du soutien.

Établissements

Les universités, les collèges et les hôpitaux de recherche ont avantage à s'assurer que l'écosystème de l'infrastructure de recherche numérique sert bien leurs chercheurs. Ils mettent donc leurs ressources et leurs services de recherche à la disposition de ces derniers, en plus d'offrir un accès à l'infrastructure de recherche numérique nationale si les besoins se situent au-delà de leurs capacités ou de leur spécialisation.

Grâce à leur infrastructure informatique (ordinateurs de bureau, groupes d'ordinateurs, serveurs de stockage, connexions aux réseaux optiques régionaux évolués), les établissements forment un pilier de l'infrastructure de recherche numérique. Selon leurs besoins, petits ou grands, les chercheurs peuvent utiliser tant l'infrastructure numérique de leur établissement que les ressources partagées de calcul de pointe offertes par Calcul Canada et CANARIE. Bien qu'une partie de cette infrastructure dépende de sources de financement externes, les établissements demeurent essentiels à l'exploitation et à la maintenance d'installations cruciales de l'écosystème de l'infrastructure de recherche numérique.

Fournisseurs de services

Les fournisseurs de services s'occupent avant tout du réseau central et des ressources partagées de calcul informatique et de stockage des données.

CANARIE : Le Réseau canadien pour l'avancement de la recherche, de l'industrie et de l'enseignement est une société à but non lucratif qui appuie la recherche et l'innovation au Canada en mettant à la disposition des milieux de la recherche et de l'enseignement un réseau à grande vitesse pour la transmission et le partage de données. Ce réseau collabore avec les réseaux optiques régionaux évolués, un ensemble de douze réseaux régionaux interreliés qui forment l'infrastructure nationale. Il bénéficie également d'un financement quinquennal du gouvernement du Canada.

CANARIE a rempli sa mission avec succès en dotant le Canada d'un des réseaux les plus performants au monde. Dans une évaluation de sa contribution à CANARIE, effectuée en 2014³, Industrie Canada conclut que les chercheurs de tous les domaines, mais en particulier ceux menant des recherches à grand volume de données, dépendent fortement du réseau pour transmettre de grandes quantités de

³ Industrie Canada, *Évaluation de la contribution d'Industrie Canada à CANARIE*, 2014.

Élaborer la stratégie canadienne sur l'infrastructure de recherche numérique

données partout dans le monde de façon fiable, efficace et sécuritaire. Industrie Canada relève également que le réseau facilite la collaboration et le transfert de données au Canada et dans le monde entier, et facilite l'accès aux contenus numériques.

Calcul Canada : Calcul Canada est un organisme à but non lucratif qui coordonne les ressources de calcul informatique en recherche avancé à l'échelle nationale mises à la disposition des chercheurs du milieu académique de tout le pays, peu importe leur emplacement ou leur établissement d'affiliation. Une équipe de direction de quatre personnes en assure la gestion, et un conseil d'administration indépendant voit à sa gouvernance. Tous les collèges ou universités ayant au moins un chercheur qui utilise les ressources de Calcul Canada peuvent devenir membre (33 universités membres à l'heure actuelle). L'organisme travaille en étroite collaboration avec quatre partenaires régionaux, soit ACENET dans la région de l'Atlantique, Calcul Québec, Calcul Ontario et WestGrid, pour assurer une gestion optimale et une coordination efficace de l'accès aux ressources et aux services de soutien.

Calcul Canada applique un modèle de gouvernance unique, qui combine un regroupement de consortiums d'établissements et de régions et une organisation nationale rendant des comptes à un conseil d'administration indépendant. Deux comités indépendants viennent appuyer le conseil d'administration : le Conseil consultatif de la recherche et le Comité consultatif international. Les quatre partenaires régionaux participent au conseil d'administration à titre d'observateurs.

Bien que ce soit les établissements qui détiennent les ressources de calcul informatique en recherche avancé et qui engagent le personnel nécessaire à leur exploitation, c'est Calcul Canada qui en gère et en coordonne l'accès et l'exploitation. La FCI, quant à elle, contribue à couvrir les coûts en capital et les frais d'exploitation de la plateforme pancanadienne de calcul informatique en recherche avancé.

Organismes et associations partenaires

Les organismes et associations partenaires regroupent des membres représentant plusieurs établissements universitaires et autres parties prenantes. On y retrouve, entre autres, le Conseil du leadership sur l'infrastructure numérique, le Canadian University Council of Chief Information Officers, l'Association des bibliothèques de recherche du Canada et Données de recherche Canada. Ces organismes présentent des mandats et des programmes qui se chevauchent en partie.

Conseil du leadership sur l'infrastructure numérique : Ce conseil regroupe des dirigeants d'universités représentant des parties prenantes ayant un rôle à jouer dans la création, au Canada, d'un écosystème d'infrastructure numérique parmi les meilleurs au monde. Au cours des dernières années, le Conseil a compté dans ses rangs Données de recherche Canada, le Canadian University Council of Chief Information Officers, le programme de gestion du savoir du Conseil national de recherches Canada (anciennement ICIST), l'Association des bibliothèques de recherche du Canada, Calcul Canada et CANARIE. Le Conseil a plusieurs grands objectifs :

- Développer la vision de l'écosystème de l'infrastructure de recherche numérique de pointe du Canada
- Réunir toutes les parties prenantes de l'infrastructure de recherche numérique afin qu'elles partagent leurs points de vue et coordonnent leurs actions
- Créer des occasions où la communauté peut établir ses priorités actuelles et futures, et cerner les facteurs de réussite et de progrès communs
- Analyser l'état de l'infrastructure de recherche numérique du Canada et d'autres pays
- Mettre au point des politiques et une feuille de route pour orienter les actions collectives et concertées sur l'infrastructure de recherche numérique et favoriser de futurs investissements stratégiques et optimaux

Élaborer la stratégie canadienne sur l'infrastructure de recherche numérique

Le Conseil du leadership sur l'infrastructure numérique est une table réunissant les intervenants qui souhaitent parvenir à une vision consensuelle de l'infrastructure de recherche numérique du Canada et de ses priorités et qui s'intéressent à l'évaluation de son fonctionnement.

Canadian University Council of Chief Information Officers : Association à but non lucratif financée par ses membres qui réunit des dirigeants du domaine des technologies de l'information dans le milieu de l'enseignement supérieur. Ces partenaires sont voués à l'excellence universitaire du Canada pour l'utilisation efficace et innovante des technologies de l'information. L'organisme regroupe les dirigeants principaux de l'information de plus de 50 universités de partout au pays. Ses priorités stratégiques sont les suivantes :

- Promouvoir de meilleures pratiques, diffuser de l'information, explorer de nouvelles idées et souligner les réussites
- Collaborer avec ses partenaires en vue d'atteindre des objectifs communs
- Faire la promotion, grâce à une voix collective forte, du rôle stratégique et de l'apport des technologies de l'information auprès des établissements et du milieu de l'enseignement supérieur en général

Association des bibliothèques de recherche du Canada : Organisme principal de ce secteur qui représente plus de 30 grandes bibliothèques de recherche d'universités canadiennes. Son mandat premier est d'améliorer la contribution des bibliothèques à la recherche et à l'enseignement supérieur en favorisant l'efficacité et la pérennité de la communication savante et en élargissant l'accès à l'information savante. Ses membres apportent un soutien inestimable à la communauté de chercheurs du Canada, grâce aux actions suivantes :

- Travailler à faciliter l'accès au savoir
- Améliorer les services aux étudiants, aux professeurs-chercheurs et aux chercheurs
- Promouvoir une communication savante efficace et durable
- Faire en sorte que les chercheurs canadiens aient accès à des capacités de gestion de l'information de calibre mondial
- Transmettre les meilleures pratiques et les expériences
- Militer pour l'adoption de politiques publiques qui facilitent l'accès à l'information savante

Données de recherche Canada : Fondé en 2012, l'organisme est un regroupement de parties prenantes dont le but est d'améliorer la gestion des données de recherche au pays. Ses intervenants se réunissent pour élaborer des stratégies, faciliter les échanges et les partenariats, promouvoir l'enseignement et la formation, évaluer les progrès et repérer les problèmes. L'organisme représente aussi le Canada dans des initiatives internationales.

Depuis sa création, Données recherche Canada a été chapeauté par le programme de gestion du savoir du Conseil national de recherches du Canada, l'Association des bibliothèques de recherche du Canada et CANARIE. Les organismes commanditaires souhaitent bonifier ses activités et lui conférer un rôle plus important dans l'écosystème de l'infrastructure de recherche numérique afin de répondre aux besoins grandissants de promotion et de coordination en matière de gestion des données de recherche.

Bailleurs de fonds

Les trois organismes fédéraux de financement de la recherche jouent habituellement un rôle majeur dans la structuration et le financement de l'infrastructure de recherche numérique et de la formation de pointe au Canada. Depuis la création de la FCI en 1997 et de Génome Canada en 2000, la répartition des responsabilités a cependant évolué. Au cours des quinze dernières années, la FCI est peu à peu

Élaborer la stratégie canadienne sur l'infrastructure de recherche numérique

devenue une des principales sources de financement des infrastructures de calcul informatique en recherche avancé, du type qu'on ne rencontre que rarement dans un établissement. Elle finance aussi le type d'infrastructures qui ne peuvent être acquises au moyen de subventions de recherche. La FCI a également encouragé la consolidation des ressources et des services de calcul informatique en recherche avancé dans un but d'optimisation du système.

Les trois organismes se consacrent avant tout à leur mission de base, à savoir le financement de chercheurs individuels et de petites équipes de recherche. Ils participent également à l'élaboration des politiques : leur version provisoire de l'énoncé de politique de gestion des données de recherche, publiée conjointement, en constitue le plus récent exemple.

La collaboration entre les divers organismes touche aussi au soutien de la recherche faisant appel à l'infrastructure de recherche numérique. Parmi les plus récents exemples, mentionnons le partenariat entre les trois organismes et la FCI dans l'initiative du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie intitulée Frontières de la découverte : Avancement de la science des données volumineuses appliquée à la recherche en génomique (2014), ou encore le défi Au cœur des données numériques chapeauté par le Conseil de recherches en sciences humaines, auquel ont participé le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie et la FCI en 2013. De plus, les Instituts de recherche en santé du Canada et Génome Canada collaborent au développement d'une stratégie nationale sur la bio-informatique et la génématique.

En 2006, la FCI a lancé le Fonds des plateformes nationales pour le calcul de haute performance dans le but d'améliorer l'infrastructure de recherche numérique du pays. Ce fonds est demeuré le seul investissement consacré à l'infrastructure de calcul informatique en recherche avancé jusqu'à l'arrivée de l'Initiative sur la cyberinfrastructure en 2014. Au cours des cinq dernières années, l'absence d'investissements réguliers et prévisibles dans l'infrastructure de calcul informatique en recherche avancé a donné lieu à une stratégie à la pièce pour l'amélioration de la plateforme pancanadienne de calcul informatique en recherche avancé. Ainsi, des ressources de calcul informatique en recherche avancé de moindre importance, et acquises dans le cadre d'autres projets financés par la FCI, ont été incorporées à la plateforme. Quoique bienvenues, ces ressources de moindre importance ont nécessité des efforts d'intégration et de gestion considérables, voire fastidieux dans bien des cas.

Lancée en 2014, l'Initiative sur la cyberinfrastructure vise deux objectifs :

- Exploiter pleinement le potentiel des données de recherche en structurant les ensembles de données et en les intégrant à des infrastructures partagées, ainsi qu'en développant des outils analytiques d'exploration des données
- Moderniser la plateforme pancanadienne de calcul informatique en recherche avancé pour faciliter les recherches à grand volume de données nécessitant une forte puissance de calcul

Provinces et organismes fédéraux de développement économique régional

Les provinces jouent un rôle clé dans le financement de l'infrastructure de recherche numérique du Canada par l'entremise des organismes provinciaux de financement de la recherche ou des ministères. Par leur apport, elles financent l'acquisition et l'exploitation d'infrastructures de calcul informatique dans les établissements d'enseignement postsecondaires et appuient les réseaux optiques régionaux évolués. Les provinces soutiennent aussi les projets d'infrastructure de la recherche financés par la FCI couronnée de succès. Certaines, en particulier l'Alberta, l'Ontario et le Québec, élaborent leur propre stratégie de l'infrastructure de recherche numérique. Certaines prennent également des initiatives qui viennent améliorer l'infrastructure de recherche numérique, comme dans le cas de la Southern Ontario Smart Computing Innovation Platform, un partenariat entre la province de l'Ontario, IBM et quatorze établissements postsecondaires qui a permis à ce groupe de se doter du superordinateur le

Élaborer la stratégie canadienne sur l'infrastructure de recherche numérique

plus rapide au pays. Un des organismes fédéraux de développement économique régional, FedDev Ontario a assuré une part importante du financement de cette acquisition. On remarque d'autres collaborations de ce type en Colombie-Britannique et en Nouvelle-Écosse, et le Québec prévoit emboîter le pas. Dans tous ces partenariats, les organismes fédéraux de développement économique de chaque région fournissent un financement considérable.

Ces investissements permettent de développer d'importantes ressources de calcul informatique en recherche avancé et des services de soutien. Ce sont toutefois des partenariats exclusifs, et seuls les établissements participants ont accès aux ressources. Celles-ci pourraient être mieux intégrées à l'ensemble de l'infrastructure de recherche numérique du pays si elles étaient gérées et exploitées comme de véritables ressources partagées destinées à l'usage des établissements, des communautés de chercheurs et des utilisateurs de partout au Canada.

ANNEXE 2 : LES SEPT CARACTÉRISTIQUES D'UN ÉCOSYSTÈME DE L'INFRASTRUCTURE DE RECHERCHE NUMÉRIQUE À HAUT RENDEMENT

- **Intégré** : La stratégie assure l'intégration de tous les acteurs dans un système national coordonné qui réduit au minimum les dédoublements, les chevauchements et la fragmentation, et qui évite la concurrence entre les parties prenantes et les fournisseurs de services.
- **Inclusif** : La stratégie s'appuie sur des renseignements, des conseils et des connaissances émanant de toutes les parties prenantes.
- **Durable** : La stratégie favorise l'évolution, l'adaptabilité, la flexibilité et la capacité de réagir aux changements scientifiques et technologiques.
- **Complet** : La stratégie assure l'offre d'une gamme complète de services et de capacités numériques qui répond aux besoins de la communauté de chercheurs du Canada.
- **Accessible** : La stratégie permet un accès facile de partout, dans tous les domaines et pour tous les niveaux de spécialisation et types de plateforme.
- **Centré sur l'utilisateur** : La stratégie favorise un système répondant aux besoins des utilisateurs et offrant un service rapide et efficace.
- **Flexible** : La stratégie permet une prise en compte souple et rapide des besoins nouveaux et changeants.



Research builds communities

La recherche au service des collectivités

450-230 Queen St.
Ottawa ON K1P 5E4
Tel 613.947.6496
Fax 613.943.0227

450-230 rue Queen
Ottawa ON K1P 5E4
Tél 613.947.6496
Télééc 613.943.0227