



# Évaluation du financement d'Innovation, Sciences et Développement économique Canada (ISDE) pour le CIFAR

Direction générale de la  
vérification et de l'évaluation

**RAPPORT**

Mai 2022

Vous pouvez lire cette publication en ligne à l'adresse <https://ised-isde.canada.ca/site/verification-evaluation/fr/evaluation/evaluation-financement-dinnovation-sciences-developpement-economique-canada-isde-pour-cifar>

Pour obtenir un exemplaire de cette publication ou un format substitut (braille, gros caractères, etc.), veuillez remplir le formulaire de demande de publication à l'adresse <https://www.ic.gc.ca/eic/site/iccat.nsf/frm-fra/EABV-9E9HE7> ou écrire à l'adresse suivante :

Centre de services aux citoyens d'ISDE  
Innovation, Sciences et Développement économique Canada  
édifice C.D. Howe  
235, rue Queen  
Ottawa, ON K1A 0H5  
Canada

Téléphone (sans frais au Canada) : 1-800-328-6189

Téléphone (international) : 613-954-5031

ATS (pour les malentendants) : 1-866-694-8389

Heures de bureau : de 8 h 30 à 17 h (heure de l'Est)

Courriel : [ISED@Canada.ca](mailto:ISED@Canada.ca)

#### Autorisation de reproduction

À moins d'indication contraire, l'information contenue dans cette publication peut être reproduite, en tout ou en partie et par quelque moyen que ce soit, sans frais et sans autre permission du ministère de l'Industrie, pourvu qu'une diligence raisonnable soit exercée afin d'assurer l'exactitude de l'information reproduite, que le ministère de l'Industrie soit mentionné comme organisme source et que la reproduction ne soit présentée ni comme une version officielle ni comme une copie ayant été faite en collaboration avec le ministère de l'Industrie ou avec son consentement.

Pour obtenir la permission de reproduire l'information contenue dans cette publication à des fins commerciales, veuillez demander l'affranchissement du droit d'auteur de la Couronne à l'adresse [www.ic.gc.ca/Demandes](http://www.ic.gc.ca/Demandes) de droit d'auteur ou communiquer avec le Centre de services aux citoyens d'ISDE aux coordonnées ci-dessus.

© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, représentée par le ministre de l'Industrie, 2021.

No de cat. lu4-415/2022F-PDF

ISBN 978-0-660-45166-4

Also available in English under the title *Evaluation of Innovation, Science and Economic Development (ISED) Canada funding to CIFAR*<sub>2</sub>

# Table des matières

**4**

---

“” Principales  
définitions

**6**

---

☰ Contexte

**11**

---

🧠 Méthodologie

**15**

---

🔍 Constatations

**51**

---

✓ Conclusions

**55**

---

📎 Annexes



# Principales définitions



**La recherche fondamentale**, également appelée « recherche pure » ou « recherche libre », renvoie aux travaux théoriques ou expérimentaux qui sont entrepris afin d'acquérir de nouvelles connaissances ou une compréhension plus approfondie d'un sujet sans avoir des applications particulières à l'esprit<sup>1</sup>.

**La recherche appliquée** est l'enquête initiale entreprise dans le but d'acquérir de nouvelles connaissances. Elle est cependant axée principalement sur un but ou un objectif pratique précis<sup>2</sup>.

**La recherche multidisciplinaire** emploie les outils et les perspectives de plus d'une discipline pour engendrer des connaissances<sup>3</sup>. Dans l'exécution de cette recherche, on voit couramment des liens formés entre les disciplines alors que certains éléments de chaque discipline sont clairement identifiables ou laissés intacts<sup>4</sup>.

**L'intelligence artificielle (IA)** est une technologie en plein développement qui a fait l'objet d'avancées considérables depuis les années 1990<sup>5</sup>. L'IA s'entend des systèmes ou des applications qui sont conçus pour imiter ou renforcer l'intelligence humaine<sup>6</sup>. Les applications de l'IA varient en complexité, allant de simples tâches ou objectifs, comme ceux de jeux vidéo, à une utilisation pour des agents décisionnels avancés qui s'adaptent à leur environnement. On prévoit que l'IA aura des répercussions importantes sur toutes les industries, qu'il s'agisse des services financiers, de la mobilité, de la fabrication, des soins de santé, de l'éducation ou secteur public<sup>7</sup>.

**L'apprentissage machine** (ou apprentissage automatique) renvoie à la capacité d'une machine d'apprendre à réaliser une tâche sans recevoir d'instructions, mais plutôt grâce à une expérience acquise durant un procédé d'entraînement<sup>8</sup>.

**L'apprentissage profond** est l'apprentissage machine réalisé avec une technique spécifique et particulièrement puissante qui utilise des réseaux de neurones connectés sur plusieurs couches. Ces réseaux de neurones artificiels, inspirés du fonctionnement des neurones du cerveau, consistent en un traitement mathématique des données entrantes<sup>9</sup>.

**L'apprentissage par renforcement** est une branche de l'apprentissage machine qui permet aux systèmes de l'IA d'apprendre par l'expérience. Au lieu de se faire dire les mesures à prendre pour atteindre un objectif, le système doit apprendre quelles mesures produisent le meilleur rendement en les essayant. Au fil du temps, le système élabore une politique (ou une manière d'agir) qui lui laisse sélectionner la mesure qui lui permettra au mieux de réaliser l'objectif d'un scénario donné<sup>10</sup>.





# À propos de l'évaluation

## Cadre général de l'évaluation

Cette évaluation a été réalisée dans le but d'offrir une vision stratégique du financement d'ISDE pour le CIFAR. Une évaluation de ce financement est également exigée tous les cinq ans pour satisfaire aux exigences de la *Loi sur la gestion des finances publiques*.

Cette évaluation porte sur les deux ententes de contribution conclues avec le CIFAR au cours de la période d'évaluation. Ces ententes comprennent le financement d'ISDE au CIFAR pour ses **activités de base** et l'appui de la **Stratégie pancanadienne en matière d'intelligence artificielle (SPMIA)**. Puisque les deux contributions partagent la même stratégie de mesure du rendement, l'occasion s'est présentée d'examiner les deux contributions au moyen d'un rapport conjoint.

## Approche, portée et objectifs de l'évaluation



Les **objectifs** de l'évaluation consistent à examiner la pertinence, le rendement et l'efficacité du financement d'ISDE pour le CIFAR (activités de base et SPMIA), conformément à la *Politique sur les résultats* du Conseil du Trésor.



La **portée** de l'évaluation comprend deux contributions au CIFAR (activités de base et SPMIA). Elle porte sur le financement d'ISDE pour le CIFAR pendant la période allant du 1<sup>er</sup> avril 2016 au 31 mars 2021.



L'évaluation a été réalisée en interne par la Direction générale de la vérification et de l'évaluation à l'aide d'une **approche groupée**.

L'évaluation s'est penchée sur l'atteinte des résultats attendus, tels que précisés dans le modèle logique du CIFAR présenté à l'annexe A.

**Toutes les recommandations et constatations tirées de l'évaluation étaient appuyées par de multiples éléments de preuve.**



# Contexte

- Histoire et évolution du CIFAR
- Aperçu des programmes du CIFAR

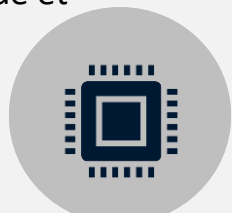


# Histoire et évolution du programme du CIFAR

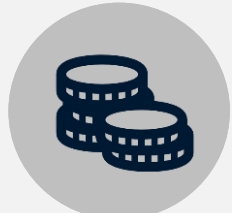
Le CIFAR (*anciennement appelé l'Institut canadien de recherches avancées*) est une organisation mondiale à but non lucratif basée au Canada, établie en 1982 à titre d'institut indépendant de la recherche avancée axé sur l'excellence et les retombées de la recherche. Les activités de base du CIFAR englobent la recherche, la mobilisation du savoir et le développement de futurs chefs de file en recherche (activités de base). Pour les réaliser, le CIFAR favorise la transmission des connaissances et la collaboration interdisciplinaire à long terme afin d'inspirer de nouvelles voies de recherche, d'accélérer les découvertes et de réaliser des percées au-delà des frontières et dans l'ensemble des disciplines. Durant la période visée par l'évaluation, son budget annuel était d'environ 21 millions de dollars pour ses activités de base.

Au-delà de ses activités de base, le CIFAR gère également des initiatives de recherche et de gestion des talents dans le cadre de la Stratégie pancanadienne en matière d'intelligence artificielle (SPMIA) du gouvernement fédéral, une initiative annoncée dans le budget de 2017 et appuyée grâce à une entente de contribution distincte avec ISDE. La SPMIA rassemble les ressources et améliore les capacités du Canada en matière de recherche et de formation en intelligence artificielle (IA). Durant la période visée par l'évaluation, le budget annuel de la SPMIA était d'environ 16 millions de dollars.

Le CIFAR lance un des premiers programmes de recherche en IA du Canada : IA, robotique et société.



1983



1987 à 2021

Depuis 1987, ISDE a investi au total 154 millions de dollars dans le CIFAR.



2017

Le CIFAR a été choisi pour élaborer et diriger la SPMIA du gouvernement fédéral. ISDE a fourni 125 millions de dollars au CIFAR en vue d'appuyer la SPMIA.



2017

Le Canada a été le premier pays à faire l'annonce d'une stratégie nationale en matière d'IA.



2017

Le financement de la SPMIA appuie la recherche et la formation aux instituts de l'Amii, à Edmonton, de Mila, à Montréal, et du Vector Institute, à Toronto.



2018

Le CIFAR annonce les 29 premiers titulaires de chaires en IA Canada-CIFAR.



2021 à 2031

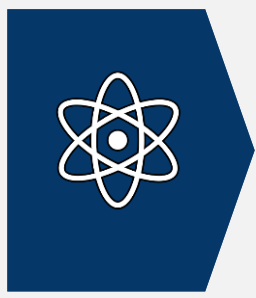
Renouvellement du financement du CIFAR : 48 millions de dollars pour les activités de base et 160 millions de dollars pour la SPMIA.





# Aperçu des activités de base

Les activités de base du CIFAR visent à renforcer le milieu canadien de la recherche par la promotion de l'excellence et des échanges avec la communauté de recherche internationale afin de garantir que les chercheurs canadiens participent à des réseaux de recherche de classe mondiale. Les activités de base du CIFAR reposent sur les quatre piliers interconnectés suivants :



## Programmes de recherche (Création du savoir)

Les programmes de recherche du CIFAR réunissent des chercheurs interdisciplinaires à l'échelle mondiale qui collaborent pendant des mandats quinquennaux et axent leurs efforts sur la recherche fondamentale et avancée qui vise à résoudre des défis importants.

Le CIFAR organise et appuie les réunions des membres des programmes avec des invités du Canada et de l'étranger. Il octroie également les fonds nécessaires aux chercheurs afin de faciliter leurs recherches et leur participation au réseau de recherche, et d'accroître la collaboration dans le cadre d'occasions de recherche à risque élevé, liées aux objectifs de recherche généraux des programmes.



## Mobilisation du savoir

Le CIFAR communique les connaissances et les résultats de ses programmes de recherche aux chefs de file de secteurs clés, tant à l'échelle nationale qu'internationale, afin de stimuler de nouvelles façons de réfléchir aux questions sociétales importantes, d'éclairer le processus de recherche et d'aider à favoriser l'innovation sur les plans politiques et pratiques. Les communautés et les utilisateurs individuels des connaissances participent à des réunions avec des chercheurs au moyen de tables rondes, de conférences, d'ateliers, d'événements, etc.



## Initiatives de la prochaine génération

Le CIFAR appuie les chercheurs qui en sont aux premiers stades de leur carrière grâce à des activités de mentorat, de réseautage et d'acquisition de compétences.



## Mobilisation du public (communication)

Les activités de mobilisation du public du CIFAR remplissent deux fonctions importantes : nourrir la curiosité scientifique au sein du public en lui faisant part des dernières recherches effectuées par les plus grands chercheurs et scientifiques du monde entier, et communiquer les avancées de ses programmes aux intervenants qui offrent leur soutien.





# Aperçu des activités liées à la SPMIA

Les activités liées à la SPMIA du CIFAR visent à consolider et à mettre en valeur la position du Canada en tant que chef de file mondial en IA. La Stratégie vise à promouvoir une approche nationale en matière de recrutement, de maintien en poste et de formation de talents de premier ordre, ce qui permettra de faire progresser l'innovation axée sur l'IA dans divers secteurs de l'économie canadienne. Les activités liées à la SPMIA du CIFAR comportent les piliers suivants :



## Instituts nationaux d'IA

Les instituts nationaux d'IA, soit Amii, à Edmonton, Mila, à Montréal, et le Vector Institute, à Toronto, sont situés dans des régions où on trouve des forces reconnues en recherche et une grande concentration de talents dans les domaines de l'apprentissage profond, de l'apprentissage par renforcement et de l'apprentissage machine. Les instituts nationaux d'IA travaillent en étroite collaboration avec leurs universités locales. Bien que chacun des trois instituts ait ses propres forces et priorités en matière de recherche, tous ont le mandat commun de faire progresser l'excellence de la recherche en IA au Canada, de former la prochaine génération d'étudiants et de collaborer étroitement avec l'industrie et d'autres partenaires à la mise en œuvre d'applications de l'IA aux fins d'une influence sociale positive.

## Programme IA et société du CIFAR

Le programme IA et société du CIFAR alimente la réflexion à l'échelle mondiale sur les répercussions économiques, éthiques, politiques et juridiques des avancées en IA. Les dialogues tenus dans le cadre du programme engendrent de nouvelles façons de réfléchir à ces questions et entraînent des changements positifs dans le cadre du développement et du déploiement d'une IA responsable.



## Chaires en IA Canada-CIFAR

Le programme des chaires en intelligence artificielle Canada-CIFAR vise à attirer au Canada les chercheurs en IA de classe mondiale, tout en conservant au pays les meilleurs talents existants. Le programme prévoit des fonds de recherche réservés à long terme en vue d'appuyer les programmes de recherche et d'aider à former la prochaine génération de chefs de file en IA.

Les chaires en IA Canada-CIFAR sont affiliées aux trois instituts nationaux d'IA.



## Programme national d'IA

Le programme national d'IA comprend des programmes de formation, des groupes de travail, des programmes de subventions, des conférences et des colloques. Ces événements réunissent des chercheurs et des stagiaires de l'ensemble du pays et du monde entier, dans le but de favoriser la collaboration et l'avancement de l'IA.

**Les données du programme révèlent que la majorité du financement (93 %) a été versée directement aux instituts nationaux d'IA, le CIFAR en conservant 7 % pour ses frais d'administration et de coordination, ainsi que pour son programme IA et société.**



# Dépenses et revenus du CIFAR

De 2016 à 2021, le revenu annuel du CIFAR a atteint en moyenne 31,7 millions de dollars. Le financement d'ISDE pour les activités de base du CIFAR s'est chiffré à 38,8 millions de dollars sur six ans, et a atteint en moyenne 6,5 millions de dollars par an. Le financement d'ISDE pour les activités du CIFAR liées à la SPMIA s'est chiffré à 66,1 millions de dollars sur quatre ans, et a atteint en moyenne 16,5 millions de dollars par année.

Les activités de base du CIFAR sont également soutenues par les gouvernements de l'Alberta, de l'Ontario, de la Colombie-Britannique et du Québec, de même que par des fondations, des particuliers, des sociétés et des organisations partenaires internationales.

De 2016 à 2021, les dépenses de programme liées à la création du savoir représentaient la part la plus importante des dépenses (41,9 %), suivies des dépenses de la SPMIA (35,9 %) ainsi que celles liées à la mobilisation du savoir et aux communications (9,7 %). L'annexe B fournit une ventilation des dépenses liées à la création du savoir par programme de recherche.

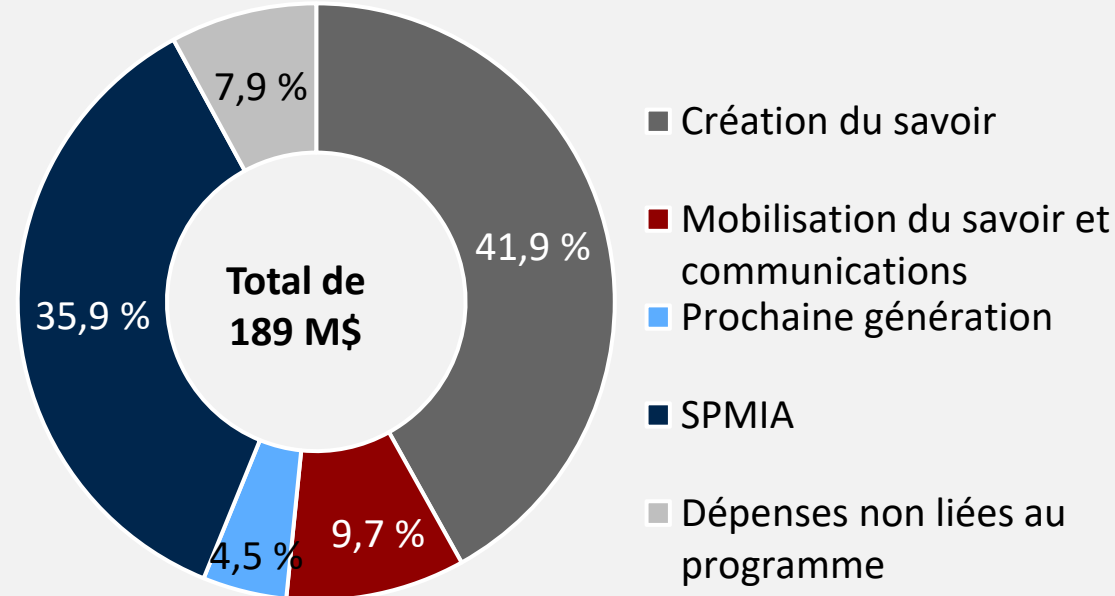


Figure 2 : CIFAR – La part des dépenses par secteur de programme (2016 à 2021) comprend la SPMIA

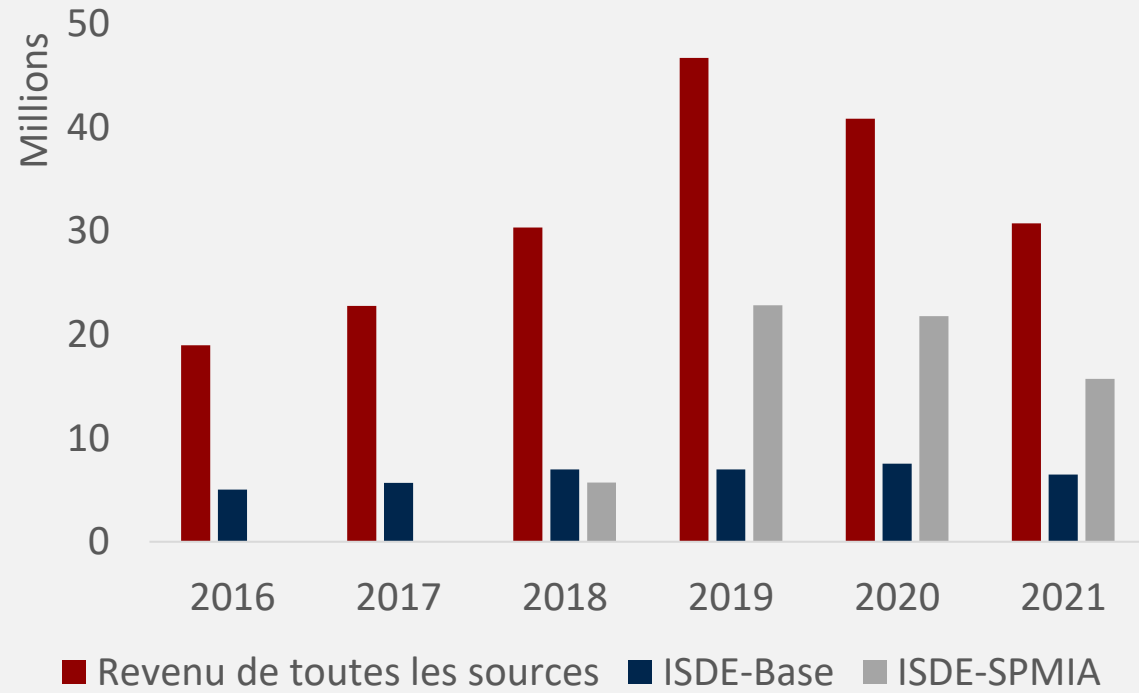


Figure 1 : Financement du gouvernement fédéral et revenus du CIFAR (2016 à 2021)

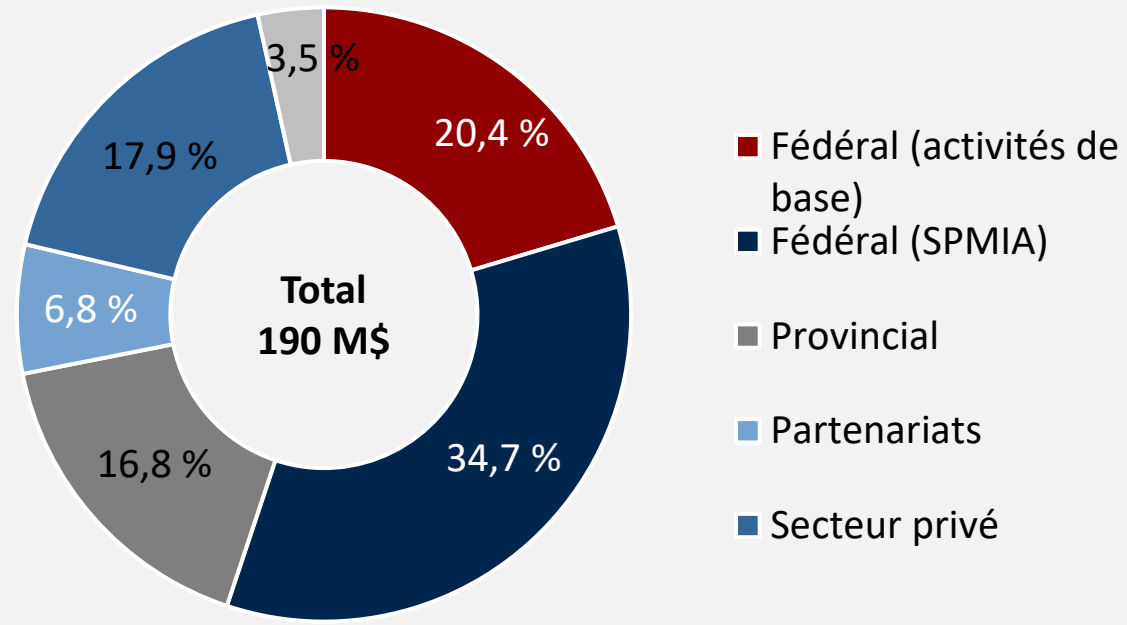


Figure 3 : CIFAR – Part des revenus par source (2016 à 2021)



# Méthodologie

- Domaines et questions de l'évaluation
- Méthodes de collecte des données
- Défis liés à l'évaluation



# Domaines et questions de l'évaluation

L'évaluation s'est penchée sur les questions et domaines suivants :



## Pertinence

Dans quelle mesure le CIFAR répond-il à un besoin unique et permanent du milieu de la recherche canadien?



## Rendement

Dans quelle mesure le CIFAR contribue-t-il à :

- 🚩 L'avancement du savoir interdisciplinaire?
- 🚩 L'appui de la croissance à long terme de la prochaine génération de chercheurs?
- 🚩 L'encouragement de l'incidence sociale grâce à la mobilisation du savoir?



## Efficacité

Dans quelle mesure le modèle de financement du CIFAR représente-t-il une approche efficace pour renforcer le milieu de la recherche canadien?



# Méthodes de collecte des données

Cinq méthodes de collecte des données ont été utilisées pour appuyer l'évaluation.



## Examen de la littérature et des documents

L'examen de la littérature comprenait celui des études pertinentes pour acquérir une compréhension approfondie des besoins actuels et permanents des activités et programmes de la SPMIA et de base du CIFAR. Les documents sur les programmes et les rapports principaux étaient compris dans l'examen des documents en vue d'appuyer l'évaluation de la pertinence, du rendement et de l'efficacité.



## Sondage en ligne

Un sondage en ligne a servi à recueillir des renseignements détaillés sur les anciens participants et les participants actuels aux programmes de recherche du CIFAR de 2016-2017 à 2020-2021, ainsi qu'à présenter les participants à la formation de même que les titulaires de chaire en IA Canada-CIFAR et les participants à la formation (programme des Chercheurs mondiaux Azrieli). Au total, 219 formulaires de sondage ont été remplis, ce qui représente un taux de réponse de 30 %.



## Examen du rendement et des données administratives et financières

Les données sur le rendement des activités de base du CIFAR et de la SPMIA, recueillies dans le cadre de la Stratégie de mesure du rendement du CIFAR, ont été examinées dans le but d'évaluer la mesure dans laquelle des progrès avaient été réalisés pour atteindre les résultats attendus définis dans le modèle logique du CIFAR. Une analyse des données administratives et financières des deux contributions a également été réalisée pour en évaluer l'efficacité.



## Entrevues virtuelles

Au total, 31 entrevues virtuelles ont été menées au moyen de MS Teams parmi les groupes d'intervenants suivants afin de recueillir différents points de vue sur la pertinence, le rendement et l'efficacité des activités de base du CIFAR et de la SPMIA :

- membres de la direction et du conseil d'administration du CIFAR;
- gestion de programme d'ISDE;
- conseil de recherche du CIFAR;
- comité consultatif scientifique international (SPMIA);
- comité national du programme (SPMIA);
- universités canadiennes et instituts de recherche;
- instituts nationaux d'IA (Amii, Mila, Vector);
- autres représentants du gouvernement.



## Études de cas

Cinq études de cas ont été réalisées pour appuyer l'évaluation générale du CIFAR. Les études de cas examinées comprennent deux programmes de recherche des activités de base du CIFAR (le programme Réseaux génétiques et le programme Apprentissage automatique, apprentissage biologique) de même que les trois instituts nationaux d'IA (c.-à-d. Amii, Mila et Vector). Les études de cas s'appuyaient sur l'examen des documents et des données administratives ainsi que sur trois entrevues auprès du personnel de la direction des trois instituts nationaux d'IA.



# Défis liés à l'évaluation

L'évaluation s'est heurtée à quatre limites, et les évaluateurs ont employé des stratégies d'atténuation connexes.



## Attribution

La présence d'autres partenaires de financement et d'autres initiatives complémentaires pourraient compliquer la tâche d'isoler et de mesurer l'incidence directe de la contribution du gouvernement fédéral. Afin d'atténuer ce problème, les questions d'entrevue ont été formulées et rédigées de sorte que les répondants puissent évaluer, dans la mesure du possible, l'incidence différentielle du financement d'ISDE.



## Biais des répondants

De nombreux participants à l'entrevue participent à l'exécution du programme ou en sont des bénéficiaires directs; en conséquence, les réponses pourraient présenter un biais positif. Afin de l'atténuer, on a communiqué aux participants l'objectif de l'entrevue et le fait que celle-ci est strictement confidentielle. Les réponses ont été validées entre les groupes d'intervenants, ainsi qu'à l'aide d'autres éléments de preuve.



## Qualité des données

Les données autodéclarées recueillies annuellement par le CIFAR auprès des membres des programmes de recherche constituent le fondement de la Stratégie de mesure du rendement du CIFAR. Lors de l'évaluation, des problèmes de qualité des données sont survenus, notamment des valeurs anormalement élevées, des rapports en dehors de la période de référence et du double comptage. Par conséquent, les données externes ont servi à la validation des constatations pour certains indicateurs.



## Données limitées sur le PHQ

Dans le cadre de l'évaluation, un sondage auprès du personnel hautement qualifié (PHQ) ayant participé aux actives du CIFAR a été prévu. Certaines coordonnées n'étaient disponibles que pour le programme Chercheurs mondiaux; il a donc été impossible de procéder à un sondage complet du PHQ. Pour atténuer ce problème, les évaluateurs ont utilisé d'autres renseignements disponibles fournis par le CIFAR (p. ex., des données sur l'équité, la diversité et l'inclusion [EDI], ainsi que les sondages réalisés après les activités).

# Constatations de l'évaluation

- Pertinence
- Rendement
- Efficacité





# Constataions (activités de base)

Pertinence

Rendement

Efficacité

**Constataion n° 1 :** Il y a une nécessité continue pour le gouvernement du Canada d'appuyer la recherche fondamentale afin de faire progresser l'innovation et de procurer des avantages sociaux et économiques au Canada. Le CIFAR répond à cette nécessité en réunissant les meilleurs chercheurs de toutes les disciplines et du monde entier, et en mettant en place des conditions qui aboutissent à des collaborations fructueuses.

**La recherche fondamentale peut au bout du compte profiter au Canada du point de vue de l'acquisition de nouvelles connaissances, de la stimulation de l'innovation et de la promotion de l'application de nouvelles technologies dans l'ensemble de l'économie et de la société.**

Acquisition de nouvelles connaissances



Recrutement et maintien en poste du personnel hautement qualifié



Gains économiques



Principaux avantages de la recherche fondamentale

Les documents et la littérature scientifique montrent que la recherche fondamentale ou pure est essentielle, car elle jette les bases des percées scientifiques<sup>11</sup> et améliore la capacité en recherche afin de renforcer le milieu de la recherche du Canada. L'OCDE a cerné la recherche fondamentale financée par l'État en tant que facteur déterminant de la compétitivité et des progrès à l'échelle nationale. La revue de la documentation suggère également que la recherche fondamentale permet de réaliser des découvertes qui constituent la base de solutions à des problèmes du monde réel. Dans l'histoire de la science et de l'innovation, il y a des exemples comme l'IA qui démontrent que la meilleure façon de stimuler l'innovation consiste à appuyer la recherche fondamentale<sup>12</sup>. Le Comité consultatif sur l'examen du soutien fédéral à la science fondamentale de 2017 a souligné « qu'un examen minutieux de l'historique des innovations transformatrices à l'échelle mondiale démontrerait à maintes et maintes reprises que la recherche fondamentale était à la source des composantes fondamentales de ces innovations <sup>13</sup> ».

La littérature révèle que le Canada accuse du retard par rapport aux moyennes globales de l'OCDE et du G7 pour les investissements en recherche-développement (R-D). Le niveau des dépenses intérieures brutes en R-D (DIRD) du Canada a diminué lentement au cours des 15 dernières années, contrairement à ses pairs du G7 et aux principaux pays de l'Asie de l'Est (c.-à-d. le Japon, la Corée, la Chine)<sup>14</sup>. En particulier, de 2015 à 2019, le niveau moyen des DIRD pour les pays de l'OCDE était de 2,4 %, contre 2,1 % pour le Canada.

Cependant, d'après les entrevues, le Canada « joue dans la cour des grands » si l'on examine sa notoriété internationale, compte tenu de la taille du pays et de son PIB. En ce qui concerne la recherche, les intervenants ont convenu que le Canada excelle dans un certain nombre de domaines, surtout dans ceux de l'IA, de la physique quantique et de la génétique. De nombreuses personnes interrogées ont mentionné que même si le Canada réussit assez bien sur le plan de la recherche fondamentale, un financement permanent est nécessaire pour garder les chercheurs au Canada, produire de nouvelles connaissances et accélérer l'innovation.



# Constataions (activités de base)

Pertinence

Rendement

Efficacité

**Les approches interdisciplinaires et collaboratives sont devenues de plus en plus importantes pour résoudre des questions complexes qui exigent la contribution de plus d'une discipline.**

La recherche interdisciplinaire a gagné en popularité dans les milieux scientifiques et universitaires, car elle est perçue comme essentielle à l'innovation et au traitement des problèmes scientifiques qui existent dans le monde d'aujourd'hui<sup>15</sup>. Elle vient appuyer la recherche propre à chaque discipline et peut aider à résoudre des problèmes complexes qui nécessitent l'examen de diverses perspectives<sup>16</sup>.

La recherche collaborative est menée dans l'objectif de produire de nouvelles connaissances qui ne peuvent pas provenir d'un seul chercheur<sup>17</sup>. L'avancement des connaissances et de la scolarisation ainsi que de l'augmentation de la spécialisation et de la professionnalisation en sciences ont accru la visibilité des collaborations internationales en recherche<sup>18</sup>.

**Les activités de base du CIFAR appuient les approches interdisciplinaires et collaboratives dans le cadre de ses programmes de recherche qui jettent les bases de la recherche appliquée et de la recherche fondamentale de l'avenir.**

À titre d'exemple, les activités de base du CIFAR appuient les approches collaboratives et interdisciplinaires par l'entremise de l'Appel à idées mondial, dans le cadre duquel le CIFAR invite la communauté de recherche mondiale à présenter des propositions concernant de nouveaux programmes qui traitent des questions fondamentales et complexes d'une importance mondiale. Les idées doivent être originales, audacieuses et avoir un potentiel de transformation qui justifie la création d'un programme de recherche continue, interdisciplinaire et collaborative. Les propositions doivent cibler des problèmes difficiles, qui requièrent une équipe diversifiée provenant de multiples domaines (p. ex., sciences humaines, sciences sociales, arts, sciences physiques et sciences de la vie) afin d'entamer un dialogue soutenu dans le but d'approfondir de nouvelles perspectives.

De plus, l'approche collaborative et l'appui à la recherche des activités de base du CIFAR sont uniques, mettant l'accent sur les défis qui dépassent les limites disciplinaires et les frontières géographiques. Elles soutiennent les collaborations soutenues entre les chercheurs canadiens et internationaux pour répondre aux problèmes mondiaux, ouvrir de nouveaux champs de recherche et accélérer la création et la mobilisation du savoir qui répond à ces défis<sup>19</sup>.



D'après les entrevues, le CIFAR est la **seule organisation au Canada** qui joue le rôle d'organisatrice et réunit des partenaires internationaux, des leaders éclairés et la communauté de recherche mondiale afin de répondre aux questions d'importance fondamentale pour les gens du monde entier.



# Constataions (SPMIA)

## Pertinence

## Rendement

## Efficacité

**Constataion n° 2 :** La SPMIA répond à la nécessité d'appuyer la recherche en IA au Canada grâce au renforcement de la position du Canada en tant que chef de file mondial en IA. Il y a une nécessité continue pour le gouvernement du Canada d'appuyer la recherche en IA pour que le pays maintienne son leadership et sa capacité concurrentielle à l'échelle mondiale.

**L'IA est une technologie en croissance rapide, qui devrait avoir une incidence sur divers secteurs de l'économie.**





L'IA a un potentiel élevé de générer des avantages sociaux et économiques importants, et les estimations de la contribution de l'IA à l'économie mondiale s'élèvent à 15,7 billions de dollars américains par an d'ici 2030<sup>20</sup>. Les technologies nouvelles et innovatrices comme l'IA sont essentielles à la croissance d'une économie de l'avenir concurrentielle et fondée sur le savoir. On prévoit qu'elle aura une incidence sur un large éventail de secteurs, notamment la fabrication, les soins de santé, les industries numériques, l'agriculture, les transports et les technologies propres. D'après la littérature et les entrevues, l'apprentissage machine, un sous-domaine de l'informatique et de la recherche en IA, a connu des améliorations spectaculaires sur le plan du rendement et de l'accessibilité au cours des 10 à 15 dernières années, lesquelles l'ont positionné à titre de technologie transformatrice.

**Les documents et les entrevues montrent que le maintien du leadership en IA est une priorité pour le Canada, car cela permettra d'augmenter l'innovation au sein de l'économie, de stimuler la croissance économique et d'améliorer la vie des Canadiens.**

Bien que le Canada ait été reconnu à titre de chef de file en IA ainsi qu'en recherche sur l'apprentissage profond et son utilisation, il est nécessaire que les talents et les investissements demeurent au Canada si on veut tirer parti des avantages créés. L'IA est devenue de plus en plus concurrentielle à l'échelle mondiale, comme en témoigne le fait qu'à la fin de janvier 2020, 27 pays et l'Union européenne avaient élaboré des stratégies nationales en matière d'IA, alors que 18 autres pays en étaient à l'élaboration de la leur<sup>21</sup>. Compte tenu des investissements importants d'autres pays dans l'IA et du fait de la concurrence mondiale croissante, on estime que le Canada doit poursuivre ses efforts visant à renforcer ses points forts et à maintenir les postes du personnel hautement qualifié créés par l'IA<sup>22</sup>.

Soutenu par la SPMIA et les investissements croissants du secteur privé, le Canada s'est classé au **cinquième** rang de l'indice du Stanford Institute for Human-Centered Artificial Intelligence (HAI) en 2021<sup>23</sup>, lequel compare les capacités en matière d'IA des pays en fonction d'indicateurs clés, dont la recherche-développement, l'économie et l'inclusion (voir le **tableau 1**).

**Tableau 1 : Indice du Stanford Institute for Human-Centered Artificial Intelligence (HAI)**

| Rang | Pays  |              |
|------|---|--------------|
| 1    |    | États-Unis   |
| 2    |   | Chine        |
| 3    |  | Inde         |
| 4    |  | Royaume-Uni  |
| 5    |  | Canada       |
| 6    |  | Corée du Sud |
| 7    |  | Allemagne    |
| 8    |  | Australie    |
| 9    |  | Israël       |
| 10   |  | Singapour    |

Source : Université Stanford



# Constataions (SPMIA)

Pertinence

Rendement

Efficacité

## La SPMIA a aidé le Canada à conserver une position concurrentielle à l'échelle mondiale dans le domaine de la recherche en IA.

Les entrevues et les études de cas attestent du rôle essentiel joué par la Stratégie pancanadienne en matière d'intelligence artificielle (SPMIA) en appuyant la recherche et en stimulant l'investissement en IA, la croissance de l'écosystème de l'IA et le nombre d'emplois dans le secteur de la technologie, ainsi qu'en favorisant les possibilités en recherche et en innovation qui aident à conserver les Canadiens très talentueux au pays.

La SPMIA, par l'entremise des instituts nationaux d'IA, favorise la collaboration et réunit des chercheurs ayant de l'expertise, des compétences, des approches et des champs d'application diversifiés en matière d'IA. En outre, les instituts d'IA travaillent de manière interdisciplinaire dans différents domaines grâce à des partenariats avec des entreprises et différents secteurs de l'industrie. Des activités sont également organisées dans le but d'encourager les approches interdisciplinaires et collaboratives en matière d'IA.

En collaborant avec des organisations et des universités partenaires à l'échelle nationale et internationale, la SPMIA a contribué à la recherche avancée dans le domaine des répercussions sociétales de l'IA, grâce au programme IA et société du CIFAR. Les instituts nationaux de l'IA se sont consolidés en tant que chefs de file de l'utilisation et du développement responsables de l'IA, notamment grâce à leur participation à des initiatives internationales telles que le Partenariat mondial sur l'intelligence artificielle (PMIA).

## La SPMIA s'ajoute à d'autres activités du paysage de l'IA.

À titre d'exemple, il y a l'Initiative des Supergrappes d'innovation, laquelle met l'accent sur le renforcement des grappes les plus prometteuses du Canada et l'accélération de la croissance économique dans les secteurs très innovateurs partout au Canada. La supergrappe des technologies numériques de même que la supergrappe Scale AI cadrent elles aussi très bien avec la SPMIA. En effet, alors que la SPMIA appuie le développement de la recherche et des talents en IA, ces deux supergrappes appuient la commercialisation des solutions en IA au Canada et les efforts des promoteurs de la technologie visant à faire croître leurs entreprises, ce qui aide également à conserver les meilleurs talents en IA et la propriété intellectuelle (PI) connexe.

## **Collaboration entre les instituts nationaux d'IA**

*En novembre 2020, Roche Canada a lancé le Centre d'excellence en intelligence artificielle, le premier centre collaboratif de cette nature à conjuguer l'expertise des trois instituts nationaux d'IA faisant partie de la Stratégie pancanadienne en matière d'intelligence artificielle du CIFAR. Ce centre d'excellence met l'accent sur l'avancement de la transformation numérique dans le domaine de la santé, conciliant l'histoire du leadership de longue date de Roche en sciences de la vie et de la santé et le bilan d'excellence établi des trois instituts en matière de recherche en IA, et permettant son application à l'industrie. Le Centre d'excellence œuvrera afin d'offrir des solutions numériques de qualité fondées sur l'IA qui permettent d'optimiser et de réduire les coûts de la prestation de soins de santé et d'améliorer les résultats en santé, en plus de permettre au Canada d'apprendre et de répondre rapidement aux possibilités et aux défis éventuels dans le système de soins de santé<sup>24</sup>.*



# Constatations (activités de base et SPMIA)

## Pertinence

## Rendement

## Efficacité

**Constatation n° 3** : L'appui au CIFAR contribue aux efforts d'investissement du gouvernement dans les sciences et la recherche et s'ajoute à d'autres investissements de l'écosystème de la recherche. La pandémie a permis de souligner davantage l'importance d'un écosystème de la recherche solide et collaboratif.

### L'appui à la recherche fondamentale et les activités liées à l'IA cadrent avec les objectifs du gouvernement.

Depuis la publication des recommandations de l'examen du soutien fédéral aux sciences de 2017, le gouvernement fédéral a mis l'accent sur l'importance de la recherche fondamentale et des investissements dans l'avenir de la recherche au Canada. À titre d'exemple, le budget de 2018 a octroyé l'investissement unique le plus important en recherche fondamentale de toute l'histoire du Canada, accordant un investissement de près de 1,2 milliard de dollars sur cinq ans aux conseils subventionnaires<sup>25</sup>. En outre, il est mentionné que le Canada détient des milieux de recherche, des talents formés au pays et un écosystème diversifié d'entreprises en démarrage et en expansion, mais qu'il faut investir dans ces innovateurs pour garantir que l'économie du Canada tire profit des possibilités de croissance formidables qui s'ouvriront dans ce secteur<sup>26</sup>.

Le financement d'ISDE au CIFAR pour les activités de base et la SPMIA cadre avec sa mission qui vise à favoriser une économie en croissance, concurrentielle et fondée sur le savoir. Il appuie le mandat du Ministère qui consiste à appuyer la recherche scientifique ainsi qu'à positionner le Canada en tant que centre mondial de l'innovation. Ces investissements cadrent également avec le Plan pour l'innovation et les compétences du Canada (PIC), qui soutient la science mondiale grâce à des partenariats de recherche de niveau international. Le PIC a défini l'IA en tant que plateforme technologique clé qui stimulera la croissance économique des industries du Canada, et en tant que domaine où le pays peut être un chef de file mondial.

De plus, le budget de 2021 a annoncé l'octroi d'un montant de 443,8 millions de dollars sur 10 ans, à compter de 2021-2022, à l'appui de la prochaine phase de la SPMIA. Cette deuxième phase améliorée de la SPMIA portera sur les programmes nouveaux et actuels :

- 162,2 millions de dollars pour aider à conserver et à **recruter les meilleurs talents universitaires** de l'ensemble du Canada (SPMIA du CIFAR renouvelée)
- 48 millions de dollars aux activités de base du CIFAR en vue de renouveler et d'améliorer ses programmes de **recherche, de formation et de mobilisation du savoir**;
- 60 millions de dollars aux instituts Amii, Mila et Vector afin d'**appuyer les engagements visant à développer, utiliser ou commercialiser les technologies en IA**;
- 40 millions de dollars pour **fournir des capacités informatiques dédiées aux chercheurs** des instituts nationaux d'intelligence artificielle;
- 125 millions de dollars à l'initiative des Supergrappes d'innovation pour la commercialisation de la recherche et des innovations en IA;
- 8,6 millions de dollars pour faire avancer **l'élaboration et l'adoption de normes liées à l'IA**.

Les objectifs du CIFAR correspondent aux priorités du gouvernement fédéral qui consistent à investir dans la recherche fondamentale et l'innovation.



S'appuyant sur la réussite de la première phase de la SPMIA, le budget de 2021 a engagé 443,8 millions de dollars supplémentaires sur 10 ans pour élargir la stratégie en mettant l'accent sur la commercialisation ainsi que sur le recrutement et le perfectionnement des talents.

# Constatations (activités de base et SPMIA)

Pertinence

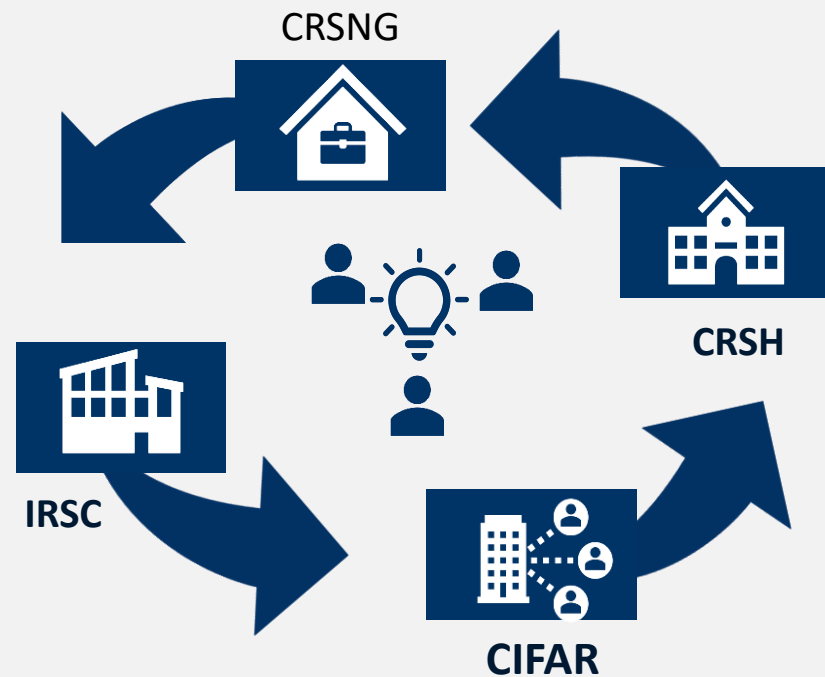
Rendement

Efficacité

## Le CIFAR joue un rôle complémentaire et de créneau dans l'écosystème de la recherche fondamentale.

Au Canada, les trois conseils subventionnaires sont les principaux organismes de financement du gouvernement fédéral qui appuient la recherche fondamentale et la formation dans des établissements postsecondaires, avec un budget annuel combiné de 3,6 milliards de dollars en 2020-2021 – soit environ 100 fois plus que celui du CIFAR. Il s'agit des Instituts de recherche en santé du Canada (1,3 milliard de dollars), du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (1,4 milliard de dollars) et du Conseil de recherches en sciences humaines du Canada (1 milliard de dollars). Les trois conseils étaient les organisations les plus souvent désignées comme complémentaires au CIFAR et à la SPMIA par les intervenants. Les entrevues et les documents indiquent que le financement du CIFAR appuie principalement la réunion de chercheurs, alors que le financement des trois conseils appuie principalement la recherche en elle-même (salaires, équipement, etc.) et tend à s'appliquer à une discipline particulière. Le sondage d'évaluation a montré que 51 des 58 répondants des activités de base du CIFAR établis dans des établissements canadiens (88 %) ainsi que 43 des 51 répondants de la SPMIA (84 %) ont également indiqué recevoir du financement de la part de ces trois conseils.

Une personne interrogée a mentionné que le modèle du CIFAR est efficace, car il met l'accent sur les nouveaux secteurs émergents, importants ou d'avant-garde, secteurs pour lesquels d'autres organismes de financement n'ont pas accès dans la même mesure à des experts ou ne peuvent trouver aussi facilement des spécialistes qui peuvent réaliser l'examen par les pairs et la sélection des candidats. On a observé que le CIFAR comble ce créneau de financement des nouveaux secteurs de la recherche fondamentale.



À titre d'organisateur, le CIFAR joue un rôle unique qui appuie les capacités des trois conseils.

L'examen de la documentation a permis de déterminer que parmi les programmes administrés par les trois conseils subventionnaires, le fonds Nouvelles frontières en recherche correspond le mieux aux objectifs du CIFAR. Il s'agit d'un nouveau programme annoncé dans le cadre du budget 2018, qui témoigne de la reconnaissance de l'importance croissante de l'appui des approches collaboratives, internationales et interdisciplinaires de la recherche fondamentale par le gouvernement fédéral. Ce fonds octroie un financement par l'entremise de trois volets (c.-à-d. exploration, transformation et international) en vue de soutenir la recherche de pointe au Canada. De plus, des subventions sont offertes pour les appels particuliers qui appuient l'étude de nouvelles méthodologies de recherche innovatrices. Le budget du fonds est de 275 millions de dollars sur cinq ans (2018-2019 à 2022-2023) et son budget annuel s'élèvera à 124 millions de dollars en 2023-2024, ce qui représente une très petite portion du budget de financement global pour les trois conseils.

Le Programme des chaires d'excellence en recherche du Canada est une autre initiative complémentaire menée par les trois conseils, qui appuie la recherche et l'innovation des universités canadiennes (une subvention de 10 millions de dollars sur sept ans). Cette initiative contribue au recrutement de chercheurs de classe mondiale pour occuper des chaires d'excellence en recherche dans des secteurs d'importance stratégique pour le Canada<sup>27</sup>. Depuis 2020-2021, l'enveloppe annuelle du Programme est d'environ 43,1 millions de dollars, et on prévoit qu'elle atteindra 45,6 millions de dollars en 2021-2022<sup>28</sup>.

# Constatations (activités de base et SPMIA)

## Pertinence

## Rendement

## Efficacité

### La pandémie de COVID-19 a mis en lumière l'importance d'un écosystème de recherche solide et collaboratif.

L'examen de la littérature a révélé que l'écosystème de la recherche a bien réagi lors de la pandémie de COVID-19. Le système de financement de la recherche de même que les infrastructures de recherche ont pu mettre l'accent sur des sujets liés à la crise et simplifier les procédures. Cependant, étant donné que des ressources importantes ont été réaffectées à la recherche pertinente à la pandémie, des préoccupations concernant le financement de la recherche à long terme ont été soulevées une fois l'urgence immédiate passée<sup>29</sup>. Par conséquent, l'OCDE a recommandé que les gouvernements et les organismes de financement de la recherche définissent et fassent connaître rapidement les recherches qu'ils seront en mesure d'appuyer au cours des prochaines années, en plus de leurs priorités stratégiques. Cela s'avère nécessaire afin de favoriser la coopération et la collaboration, d'éviter le double emploi et de relever des secteurs où la recherche s'impose, mais n'est pas réalisée. Cela permettrait aux organisations qui réalisent des recherches d'élaborer des plans stratégiques à long terme dont la portée est réaliste, et cela favorisera également une approche mondiale coordonnée<sup>30</sup>.

L'examen de la littérature a également révélé que la crise de la COVID-19 a mis en évidence un éventail de caractéristiques positives et désirables de nombreux systèmes scientifiques qui ont permis une intervention efficace<sup>31</sup> :

- de la **souplesse en matière de financement de la recherche** ainsi que la faculté d'affecter ou de réaffecter des ressources rapidement au besoin;
- l'aptitude à **diffuser rapidement les données**, ce qui appuie la science ouverte;
- une certaine **capacité de coordination à l'échelle internationale** certains objectifs, souvent avec l'aide d'organisations philanthropiques;
- un rôle important accordé aux **infrastructures de recherche de nombreux domaines différents** à l'appui du rendement de la recherche en situation d'urgence.

Les documents et les entrevues ont révélé que lorsque la pandémie de la COVID-19 a été déclarée, le CIFAR est intervenu rapidement afin de mobiliser ses ressources pour aider à se conformer à la réponse du gouvernement fédéral face à la pandémie. Il a fourni des conseils et un financement, et a aidé à réunir des spécialistes mondiaux. Par exemple, les projets soutenus par l'intermédiaire du programme Subventions Catalyseur IA-COVID-19 du CIFAR comportent la recherche en apprentissage machine et ses applications afin de cerner les traitements possibles, d'appuyer les mesures de santé publique comme l'éloignement physique, et de mieux comprendre la transmission du virus de la COVID-19.

### Réponse du CIFAR à la COVID-19

*La pandémie a poussé la science au premier plan et des chercheurs de tous les domaines - épidémiologie, sciences sociales, éthique, virologie, tenue d'essais cliniques et conception de médicaments - abordent les questions et fournissent les outils qui nous permettent de structurer une réaction gagnante à la pandémie de COVID-19.*

*Le CIFAR a agi sans tarder pendant la pandémie de COVID-19 et a tiré profit de son expérience à titre d'organisateur mondial de discussions multilatérales pour tenter de résoudre les questions les plus urgentes auxquelles sont confrontés la science, la société et les gouvernements.*  
– Rapport d'impact 2019-2020





# Constataions (activités de base)

Pertinence

**Rendement**

Efficacité

**Constataion n° 4 :** Le CIFAR a contribué à l'avancement de la création du savoir interdisciplinaire grâce à la détermination et à la sélection des programmes de recherche. Le financement du CIFAR s'est avéré déterminant pour la recherche et a contribué à l'obtention d'un financement supplémentaire auprès d'autres sources. Le CIFAR a appuyé des chercheurs émérites et a contribué à l'amélioration de la coordination sur le plan des atouts bien établis en matière de recherche du Canada.

**L'approche du CIFAR à l'égard de la sélection des programmes a permis de cerner avec succès les secteurs au potentiel le plus élevé.**

Les programmes des activités de base du CIFAR abordent certaines des questions les plus fondamentales de la science et de la société. Son modèle, qui consiste à réunir des boursiers qui n'interagiraient pas entre eux en temps normal en raison de frontières géographiques ou disciplinaires, offre une approche unique qui ouvre la voie à de nouvelles façons de réfléchir aux questions de recherche importantes<sup>32</sup>. D'après les entrevues, des chercheurs des programmes des activités de base du CIFAR continuent de faire avancer tous les domaines de recherche et de contribuer aux percées scientifiques. De plus, les entrevues ont souligné que les programmes du CIFAR ont entraîné de nombreuses avancées d'importance, notamment en catalysant le développement de la révolution actuelle en matière d'IA, l'informatique quantique, la reconnaissance de l'importance des premières années d'un enfant, de même que les déterminants socioéconomiques de la santé. Les documents ont également révélé que le CIFAR a investi tôt dans certains domaines qui sont devenus des points forts établis en matière de recherche. À titre d'exemple, l'appui du CIFAR au programme Matériaux quantiques remonte à 1987, et le Canada est maintenant reconnu comme un chef de file mondial dans ce domaine.

Les études de cas montrent comment les principaux programmes de recherche du CIFAR ont permis de faire avancer la création du savoir interdisciplinaire avancé. À titre d'exemple, le programme Réseaux génétiques a publié une étude qui examinait les interactions génétiques de 6 000 gènes de levure. Cette recherche a permis de découvrir 1 million d'interactions génétiques. Ce travail de configuration a été décrit comme une « réalisation emblématique qui profitera à l'ensemble de la communauté internationale<sup>33</sup> ». Cette recherche a été rendue possible en partie grâce à une collaboration interdisciplinaire entre des généticiens et des informaticiens. L'annexe C fournit d'autres exemples.

**Le financement du CIFAR a joué un rôle déterminant dans la réalisation de résultats de recherche et l'obtention d'un financement supplémentaire.**

Le sondage d'évaluation a révélé le rôle déterminant du financement des activités de base du CIFAR : 24 % (38 sur 160) des répondants ont mentionné que leur recherche n'aurait pas eu lieu sans le financement du CIFAR, tandis que 63 % (100 sur 163) d'entre eux ont mentionné que leur recherche aurait peut-être été réalisée sans le financement du CIFAR, mais qu'elle aurait subi des conséquences négatives sur les plans de la portée, de la qualité et du calendrier. La participation du CIFAR s'est également avérée bénéfique en vue d'obtenir du financement pour la recherche auprès d'autres sources, puisque 114 des 165 répondants du CIFAR (69 %) ont mentionné que leur participation avec le CIFAR avait eu une influence modérée ou majeure sur l'obtention d'un financement supplémentaire pour leur recherche.

75 % 

ou 124 des 167 chercheurs des programmes du CIFAR interrogés par ISDE ont indiqué que le milieu de recherche interdisciplinaire de l'organisme était le principal facteur qui les avait attirés au CIFAR.



# Constatactions (activités de base)

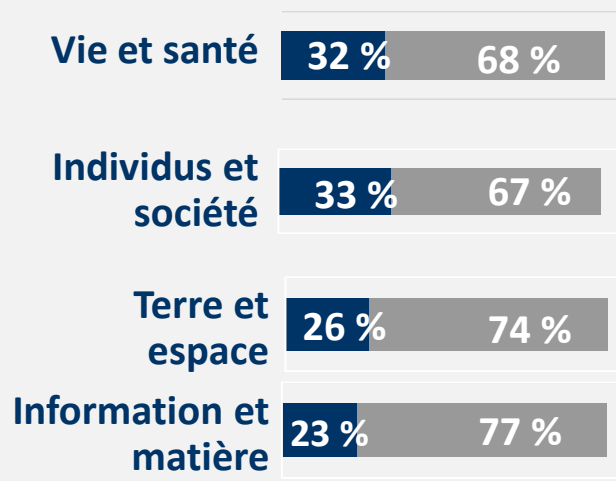
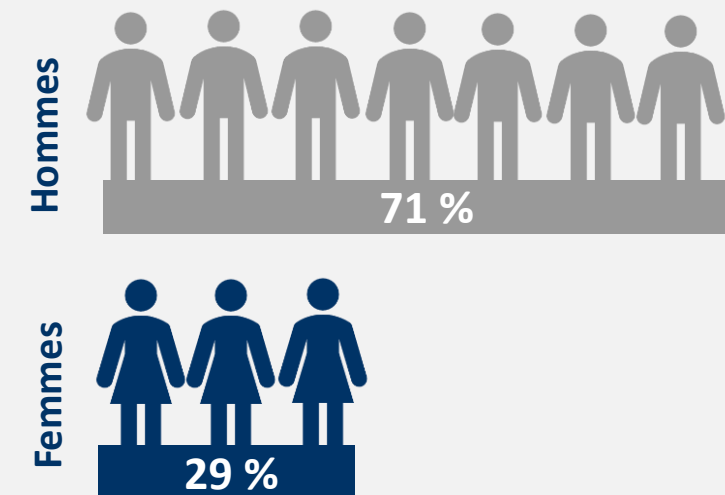
Pertinence

Rendement

Efficacité

**Le CIFAR réunit des leaders éclairés d'envergure mondiale afin d'améliorer ses programmes et ses recherches en cours. Cependant, les données actuelles suggèrent que la représentation des femmes est faible.**

Le CIFAR joue un rôle essentiel dans l'établissement de rapports entre les chercheurs afin de renforcer la capacité de recherche au Canada. Les documents indiquent que durant la période couverte par l'évaluation, les activités de base du CIFAR ont soutenu 18 programmes de recherche couvrant quatre thèmes généraux : Vie et santé, Individus et société, Information et matière, et Terre et espace. Les entrevues et l'examen de la documentation ont révélé que le CIFAR a mis en place un réseau diversifié de chercheurs par l'entremise de ses programmes de recherche. En tant que membres des programmes, les chercheurs ont l'occasion de participer à des activités de recherche, à du réseautage, à des réunions de programme et à des conférences. L'analyse des données a révélé que de 2016-2017 à 2020-2021, les programmes de recherche ont soutenu au total 600 membres des programmes, notamment des boursiers, des conseillers et des chercheurs de 25 pays établis dans 211 universités et centres de recherche des quatre coins du monde, dont 233 chercheurs qui représentent des institutions canadiennes et 367 qui représentent des institutions internationales. La plupart d'entre eux sont établis en Amérique du Nord (78 %) et en Europe (16 %).



Les données sur les chercheurs selon leur sexe n'étaient disponibles que pour 2019-2020. La répartition générale des genres indique que les femmes représentaient 100 des 343 chercheurs (29 %). Pour ce qui est des thèmes de recherche, la représentation des femmes variait, la plus forte concentration se trouvant dans le thème Individus et société (36 %), et la plus faible dans le thème Information et matière (23 %) (voir la **figure 4**). Même si certaines des différences sont attribuables à la concentration moins élevée de femmes dans certains champs d'études (p. ex. sciences physiques et informatique), l'examen de la littérature a révélé que les chercheurs sous-représentés ou marginalisés sont toujours confrontés à des préjugés et à des obstacles structurels.

**Figure 4** : Répartition moyenne selon le sexe des participants en 2019-2020, exprimée en pourcentage (%) du nombre total de participants à chaque thème de recherche

Si l'on considère l'EDI du point de vue régional, certaines personnes interrogées ont mentionné que les activités de base du CIFAR ne sont pas bien connues dans l'ensemble des institutions canadiennes, et les données des programmes ont indiqué une concentration élevée de chercheurs à deux des établissements postsecondaires les plus importants au Canada. Cela concorde avec l'examen de la littérature qui a révélé que les communautés et établissements de plus petite taille sont souvent défavorisés lors des concours de financement<sup>34</sup>.

Des données supplémentaires sur l'EDI tirées du sondage d'évaluation ont révélé que 23 répondants sur 167 (14 %) s'identifiaient comme membres d'une minorité visible, tandis que 5 répondants sur 166 (3 %) étaient des personnes vivant avec un handicap, et 4 répondants sur 166 répondants (2 %) s'identifiaient comme Autochtones.



# Constataions (activités de base)

Pertinence

Rendement

Efficacité

## Les réalisations et les progrès scientifiques accomplis par les chercheurs du CIFAR sont reconnus à l'échelle mondiale.

La réussite du CIFAR pour ce qui est d'appuyer la recherche de haute qualité est attestée par le nombre de distinctions et de prix reçus par ses membres de recherche. À titre d'exemple, depuis la constitution du CIFAR, 20 prix Nobel ont été décernés à des chercheurs affiliés aux activités de base du CIFAR. Le plus récent, le **prix Nobel de physique 2019**, a été décerné à un boursier fondateur du programme Cosmologie et gravité du CIFAR (maintenant appelé Extrême univers et gravité). De plus, durant la période couverte par l'évaluation, les boursiers et conseillers du CIFAR, les chercheurs mondiaux CIFAR-Azrieli et les titulaires de chaire en IA Canada-CIFAR ont reçu **434** distinctions et prix importants, notamment les **médailles Willet G. Miller et Flavelle 2020 de la Société royale du Canada**.

L'examen de la documentation a également révélé que les activités de base du CIFAR ont une incidence importante sur l'avancement de la science, avec 179 boursiers, conseillers et chercheurs mondiaux Canada-CIFAR contribuant à des articles qui font partie du 1 % des articles les plus cités au monde de 2014 à 2018<sup>35</sup>. De plus, une étude d'analyse bibliométrique menée par le CIFAR dans le cadre de son programme Matériaux quantiques a révélé que les publications des chercheurs du CIFAR de ce programme ont une grande influence scientifique. Parmi ces articles, 26 % se trouvaient parmi les 10 % les plus cités au monde (une moyenne 2,6 fois supérieure à la moyenne mondiale) et environ 4 % faisaient partie du 1 % les plus cités (une moyenne 4 fois supérieure à la moyenne mondiale)<sup>36</sup>.



Le **prix A. M. Turing**, souvent désigné à titre de « **prix Nobel de l'informatique** » a été décerné conjointement aux boursiers du CIFAR Yoshua Bengio, Geoffrey Hinton et Yann LeCun en 2019 pour leurs importantes contributions durables à l'informatique.

## Les activités de base du CIFAR ont réussi à améliorer la coordination des atouts bien établis en recherche du Canada.



Les entrevues ont révélé que les activités de base du CIFAR ont réussi à appuyer la création d'une approche coordonnée à l'échelle nationale dans des domaines scientifiques d'importance. Par exemple, le CIFAR a publié un rapport sur les politiques mondiales en matière de technologie quantique, lequel a donné un aperçu du paysage politique mondial en rapide évolution et a fourni aux décideurs politiques un ensemble d'outils de mesures éventuelles pour façonner le développement de ce domaine dans leur propre pays. Le rapport venait appuyer l'élaboration par le CRSNG et le Conseil national de recherches du Canada d'une stratégie quantique nationale qui avait été annoncée dans le cadre du budget fédéral en avril 2021. Les personnes interrogées ont également souligné que la stratégie quantique nationale est le résultat direct d'une collaboration et discussion à l'échelle nationale qui ont été facilitées par le CIFAR. Par ailleurs, le CIFAR a publié deux éditions d'un rapport sur les stratégies régionales et nationales en matière d'IA. Ce rapport présente une vue d'ensemble de l'ensemble des stratégies régionales et nationales en matière d'IA, et donne un aperçu du secteur à évolution rapide de la politique technologique, soulignant la diversité des approches adoptées par différents pays.

Pertinence

**Rendement**

Efficacité

**Constatation n° 5 :** Par l'entremise de ses programmes de recherche de base et des activités connexes, le CIFAR a contribué à accroître la collaboration entre les chercheurs à l'échelle nationale et internationale. Grâce à la SPMIA, le CIFAR a également aidé à faire progresser la collaboration nationale et interdisciplinaire, les instituts nationaux d'IA (Amii, Vector, Mila) jouant un rôle clé pour réunir des chercheurs du milieu universitaire, de l'industrie et d'autres secteurs.

## **Le CIFAR facilite la collaboration entre les chercheurs par la création d'un environnement qui offre aux individus la possibilité d'établir de nouveaux partenariats.**

Les résultats du sondage d'évaluation indiquent que les membres du programme de base ont un niveau de satisfaction élevé en ce qui concerne l'appui du CIFAR à la facilitation de la collaboration en recherche. En moyenne, les répondants ont évalué leur satisfaction à « 8 » ou plus sur une échelle de 1 à 10. En outre, les répondants ont mentionné que les projets de recherche conjoints (82 % des répondants, ou 135 sur 164) et les publications à comité de lecture (65 %, ou 106 sur 164) étaient le principal moyen employé par les chercheurs du CIFAR pour collaborer avec d'autres chercheurs. De plus, les répondants au sondage ont déclaré participer fréquemment à des efforts collaboratifs, surtout avec des chercheurs au Canada (87 % des répondants, ou 145 sur 166) et aux États-Unis (83 %, ou 138 sur 166).

D'après les documents et les entrevues, les activités de base du CIFAR ont aidé à augmenter le réseautage, les partenariats et les collaborations entre les chercheurs, le gouvernement et l'industrie (à l'échelle nationale et internationale), surtout par l'entremise de réunions de programmes de recherche, d'ateliers et de symposiums. Les données montrent qu'au cours de la période d'évaluation, le CIFAR s'est associé à 205 organisations, y compris des gouvernements, des organismes de recherche, l'industrie et des fondations. Par exemple, en 2019, le programme Apprentissage automatique, apprentissage biologique s'est associé au European Laboratory for Learning and Intelligent Systems (ELLIS), une organisation de base de scientifiques européens en IA, dans le but de faire avancer la recherche de pointe en apprentissage machine. En juin 2020, ils ont coorganisé leur premier atelier virtuel qui visait à discuter d'approches à l'égard de l'utilisation d'applications de recherche des contacts pendant la pandémie de COVID-19.

Les entrevues et l'examen de la documentation indiquent également que les Subventions Catalyseur en IA du CIFAR appuient souvent les collaborations pluriannuelles. Ce stimulus unique d'une durée limitée allant jusqu'à 50 000 \$ fourni par le CIFAR appuie les projets à risque élevé et récompense élevée des participants au programme. Les Subventions Catalyseur en IA peuvent aussi servir à favoriser les synergies entre les programmes, à stimuler de nouvelles idées et perspectives ainsi que l'échange de techniques, approches et résultats de recherche, ce qui aide à l'évolution de l'orientation de la recherche pour les membres individuels et pour les programmes<sup>37</sup>. Au cours de la période couverte par l'évaluation, 161 financements du programme Subventions Catalyseur s'élevant à 7,7 millions de dollars ont été octroyés à des projets au sein et dans l'ensemble du portefeuille de programmes de recherche du CIFAR.



En 2019-2020, au moyen d'un fonds du programme Subventions Catalyseur, des boursiers de deux programmes du CIFAR ont collaboré sur un projet portant sur l'identification des origines de la conscience chez les nouveau-nés, et se sont vus décerner une subvention de partenariat de 2,5 millions de dollars de la part du CRSH<sup>38</sup>.



### **La SPMIA appuie les collaborations et les partenariats avec le secteur privé, le milieu universitaire et d'autres partenaires.**

Les études de cas et les entrevues ont révélé que les activités liées à la SPMIA du CIFAR ont très bien réussi à favoriser un écosystème de l'IA qui est collaboratif, et ce, grâce à la collaboration entre les trois instituts nationaux d'IA. Les personnes interrogées ont souligné que même si une série d'universités primaires de la SPMIA sont affiliées à chacun des trois instituts nationaux d'IA, (Amii, Vector et Mila), ces instituts agissent à titre de centres d'excellence, offrant des occasions de rassembler des chercheurs de l'extérieur de ces régions pour former des partenariats et travailler en collaboration.

Selon les intervenants, la SPMIA a également réussi à inciter les entreprises à approcher les universités pour mettre sur pied des laboratoires et collaborer. Les instituts nationaux d'IA profitent de l'appétit sans précédent de l'industrie pour les collaborations ouvertes en recherche de base, ce qui entraîne des partenariats stratégiques avec des acteurs clés tels que Microsoft, Google, Samsung et Facebook. De plus, les instituts ont bien réussi à colocaliser des petites et moyennes entreprises (PME) et des chercheurs universitaires.

En outre, les documents et les conclusions tirées des études de cas montrent que la SPMIA a effectué un travail essentiel dans l'avancement des initiatives nationales en IA, notamment le Groupe de travail sur l'IA au service de la santé dirigé par le CIFAR en septembre 2019, lorsque le CIFAR a réuni des chefs de file en IA et en innovation de la santé de partout au Canada afin de veiller à l'emploi d'une approche collaborative, coordonnée et intégrée en matière d'IA au service de la santé au Canada<sup>39</sup>. Les principales recommandations comprenaient l'amélioration de l'efficacité, de l'efficacité et de la sécurité de la prestation des services de santé; la prestation de renseignements pour éclairer à la fois la prévention des maladies et les politiques; et le soutien de la découverte et de l'élaboration de nouveaux traitements et outils diagnostiques.

### **Les titulaires de chaire en IA Canada-CIFAR et les chercheurs des instituts nationaux d'IA ont contribué à accroître la visibilité de la recherche en IA.**

Selon l'examen de la documentation et l'analyse des données, les efforts du CIFAR visant à accroître la visibilité de la recherche en IA sont considérables. De 2017-2018 à 2020-2021, les titulaires de chaire en IA Canada-CIFAR ont mené 118 consultations internationales en matière de politique. Ils ont notamment contribué à l'élaboration des lois, participé à des organes consultatifs, à des groupes de travail et à des panels et formulé des conseils à l'égard des politiques en IA. Cela dépasse considérablement la cible de la Stratégie de mesure du rendement de 2020 du CIFAR, qui est de cinq consultations d'ici le 31 mars 2023. De plus, les titulaires de chaire en IA Canada-CIFAR ont fait état de 465 entrevues avec des organes de presse depuis 2017-2018, ce qui dépasse la cible d'un total cumulatif de 50 entrevues d'ici le 31 mars 2021.



Au cours de la période couverte par l'évaluation, la SPMIA a accru le nombre total de partenariats, qui est passé de 52 en 2017-2018 à 202 en 2020-2021. Ce nombre dépasse considérablement la cible qui était de 46 d'ici le 31 mars 2020.

Pertinence

Rendement

Efficacité

**Constataion n° 6 :** Les activités de base du CIFAR ont appuyé le développement de la prochaine génération de chercheurs par l'entremise du programme Chercheurs mondiaux, de la participation des étudiants à divers cours d'été et d'hiver, ainsi que de l'inclusion des étudiants aux réunions des programmes de recherche.

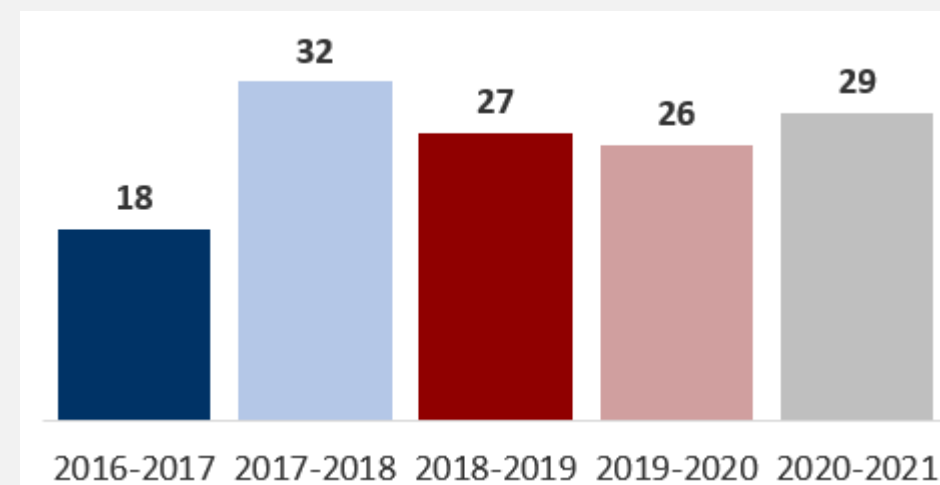
## Le programme Chercheurs mondiaux CIFAR-Azrieli a aidé à accélérer la carrière de la prochaine génération de chefs de file en recherche.

D'après les entrevues et les documents du programme, le programme Chercheurs mondiaux CIFAR-Azrieli offre une formation en leadership et des bourses de recherche pour les chercheurs des quatre coins du monde qui en sont au début de leur carrière. Les participants doivent être titulaires d'un doctorat (ou d'un équivalent), en être aux cinq premières années de l'occupation d'un poste de recherche à temps plein dans un établissement d'enseignement supérieur ou de recherche, et ils doivent prendre part à une recherche qui complète un programme de recherche du CIFAR. Tous les participants à ce programme bénéficient de ce qui suit :

- 1 Financement** – 100 000 \$ en soutien général à la recherche, et admissibilité à présenter une demande au programme Subvention Catalyseur en IA du CIFAR.
- 2 Formation** – Des ateliers de développement du leadership sont offerts sur des sujets tels que le mentorat, la gestion d'équipes, le réseautage et la communication.
- 3 Mentorat** – Fourni par des chercheurs reconnus par l'intermédiaire d'une nomination de deux ans à l'un des programmes de recherche du CIFAR.
- 4 Réseautage** – À la fois par l'entremise des programmes de recherche et de réunions régulières avec les pairs du programme Chercheurs mondiaux CIFAR-Azrieli.
- 5 Expérience** – Des occasions leur sont offertes pour qu'ils puissent mettre en pratique leur expertise, leur leadership et leurs compétences en communication par l'entremise des activités du CIFAR.

Lancé en avril 2016, le programme vise à soutenir de 20 à 25 chercheurs mondiaux par an. D'après les données sur le rendement, le nombre total de demandes reçues pendant la période couverte par l'évaluation se chiffrait à 1 554. Le nombre total de chercheurs mondiaux individuels soutenus pendant la période couverte par l'évaluation était de 72, le nombre de chercheurs mondiaux en activité étant de 18 à 32 par an (voir la **figure 5**).

La majorité de ces chercheurs étaient situés aux États-Unis (43 %), suivis du Canada (32 %) et d'Israël (7 %). Les 13 autres chercheurs mondiaux étaient dans d'autres pays. La plupart des chercheurs mondiaux étaient liés à des programmes de recherche sur le thème Information et matière (38 %), suivis d'Individus et société (28 %), de Vie et santé (25 %) et de Terre et espace (10 %).



**Figure 5 :** Chercheurs mondiaux en activité de 2016-2017 à 2020-2021



# Constataions (activités de base) – Prochaine génération

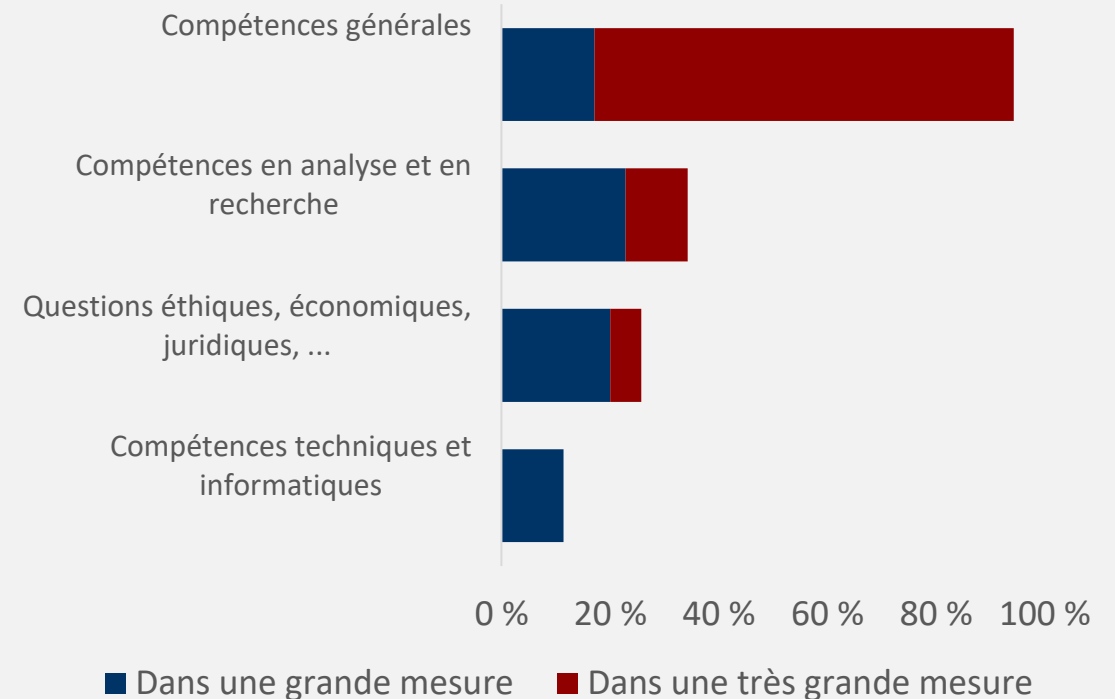
Pertinence

Rendement

Efficacité

## La participation au programme Chercheurs mondiaux a eu comme principales conséquences d'accroître les compétences générales et les avantages tirés liés à l'éducation.

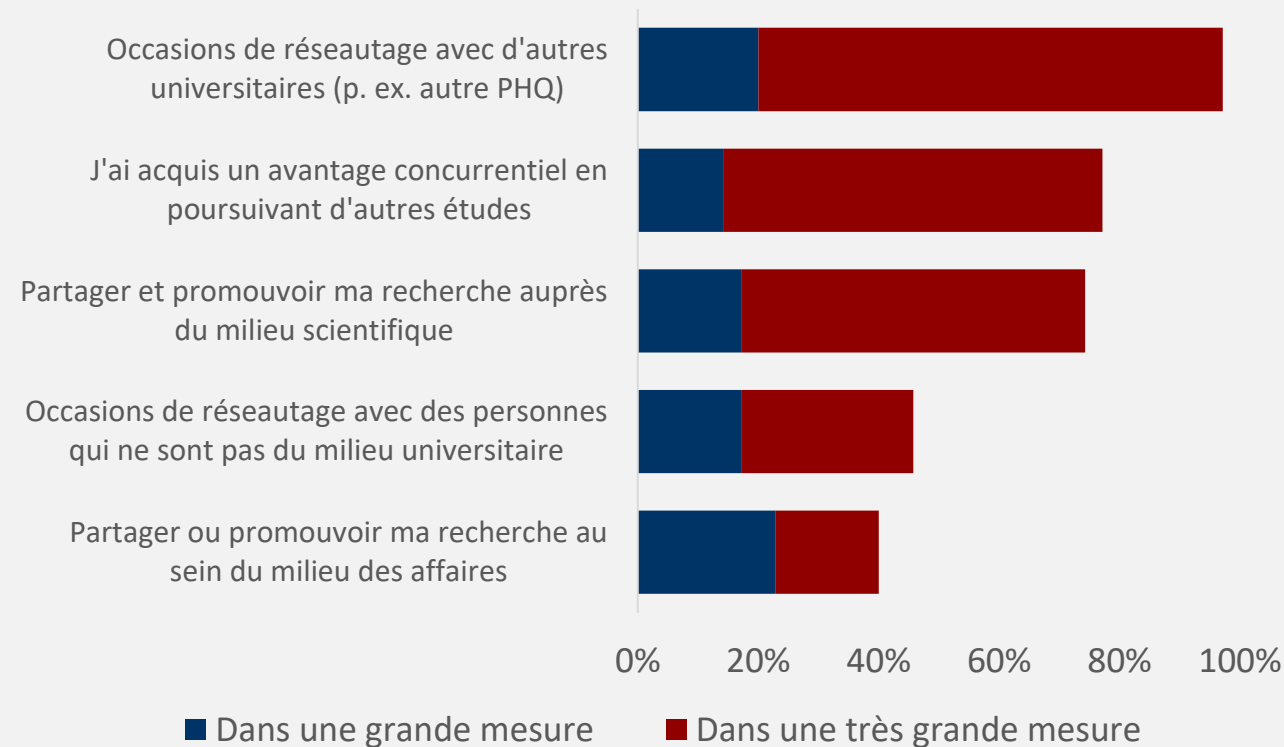
Dans le sondage d'évaluation, on a posé aux membres anciens et actuels du programme Chercheurs mondiaux des questions sur l'incidence du programme sur leurs compétences de même que sur les avantages tirés de leur participation au programme. En ce qui concerne le premier élément, les compétences générales ont été les plus fréquemment citées (94 % ont indiqué qu'elles l'étaient dans une « grande mesure » à une « très grande mesure »), suivies par les compétences en analyse et en recherche (34 %), celles qui se rapportent aux questions éthiques, économiques, juridiques, sociales et autres liées à l'IA (25 %), et les compétences techniques et informatiques (11 %) (voir la **figure 6**). Les résultats des sondages sur la satisfaction post-formation des chercheurs mondiaux fournis par le CIFAR ont également montré des degrés élevés de satisfaction relativement à la formation fournie.



**Figure 6 :** Pourcentage de chercheurs mondiaux qui mentionnent que le programme les a aidés à acquérir les compétences suivantes dans une grande mesure ou dans une très grande mesure

Les principaux avantages relevés étaient l'accroissement des occasions de réseautage avec d'autres personnes du milieu universitaire (97 %), suivis de l'avantage concurrentiel pour la poursuite d'études (77 %) et des possibilités accrues de diffuser et de promouvoir la recherche auprès du milieu scientifique dans son ensemble (74 %) (voir la **figure 7**).

Moins de répondants ont mentionné des occasions de réseautage avec des personnes qui ne sont pas du milieu universitaire (p. ex., le gouvernement et l'industrie) (40 %) ou des possibilités accrues de diffuser ou de promouvoir la recherche dans le milieu des affaires (46 %).



**Figure 7 :** Pourcentage de chercheurs mondiaux qui mentionnent que le programme les a aidés à réaliser les avantages suivants dans une grande mesure ou dans une très grande mesure





Pertinence

Rendement

Efficacité

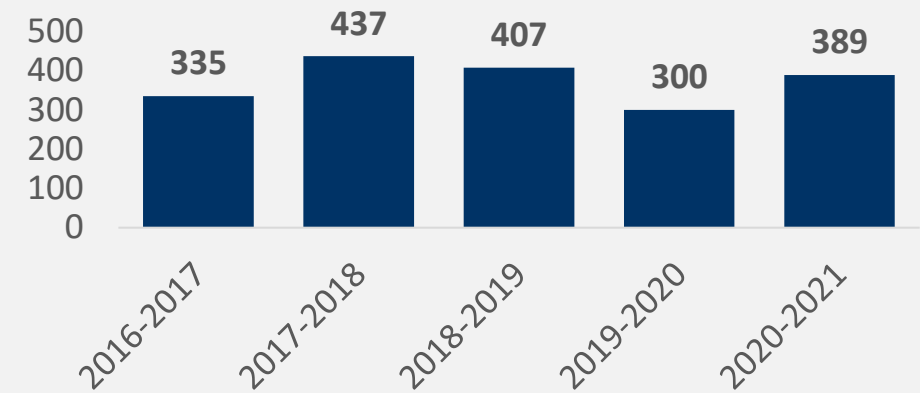
## Les écoles d’été et d’hiver du CIFAR et la participation des étudiants aux réunions de programme étaient d’autres moyens utilisés pour favoriser la croissance du PHQ

Les documents de programme indiquent que pour encourager la prochaine génération de chercheurs, les programmes de recherche des activités de base du CIFAR mobilisent également les étudiants au doctorat et les boursiers de recherches postdoctorales (stagiaires) par leur participation à des écoles d’été ou d’hiver du CIFAR. Ces écoles sont des programmes de formation intensive où les stagiaires peuvent acquérir des connaissances, par l’intermédiaire de chercheurs émérites, sur des sujets de pointe qui ne sont pas encore couverts par les programmes universitaires. Les personnes interrogées ont mentionné que les chercheurs mondiaux et les autres stagiaires mènent souvent les efforts de planification et d’organisation des cours d’été ou d’hiver, ce qui leur permet d’acquérir une expérience inestimable.

Durant la période couverte par l’évaluation, un total de 1 868 stagiaires ont assisté à des écoles d’été ou d’hiver du CIFAR, le nombre de participants allant d’un minimum de 300 en 2019-2020 à un maximum de 437 en 2017-2018 (voir la **figure 8**). La participation aux écoles d’été ou d’hiver est habituellement réservée aux stagiaires des membres des programmes, ou déterminée par l’entremise d’un concours mondial ouvert à tous.

Afin d’encourager la participation des stagiaires, les cours d’été et d’hiver sont habituellement organisés conjointement avec les participants aux réunions des programmes de recherche. D’après les entrevues et les études de cas, la présence à ces réunions a donné l’occasion aux stagiaires de présenter leur recherche au moyen de conversations et d’affiches, et de prendre part à des discussions avec des chefs de file du domaine de recherche. Les personnes interrogées ont souligné que la participation à ces réunions représentait une excellente occasion de réseautage, ce qui a été mentionné comme l’un des principaux avantages lors du sondage d’évaluation auprès des chercheurs mondiaux.

Les personnes interrogées ont fait remarquer que les écoles d’été et d’hiver sont particulièrement bénéfiques, surtout pendant les premières années d’une carrière en recherche, en permettant aux chercheurs, entre autres, d’établir des liens dans le cadre de leur recherche de postes postdoctoraux. Elles ont également mentionné que les écoles d’été et d’hiver représentent un excellent outil de recrutement pour les institutions canadiennes, car elles rassemblent plusieurs centaines d’étudiants (physiquement dans le passé, mais de façon virtuelle depuis les deux dernières années) au Canada pour qu’ils puissent découvrir davantage ce que le pays a à offrir.



**Figure 8 :** Nombre de stagiaires ayant participé aux écoles d’été ou d’hiver du CIFAR

### Fait saillant de l’étude de cas

*L’étude de cas du programme Réseaux génétiques a démontré la réussite du programme Chercheurs mondiaux pour ce qui est de l’accélération de carrière de deux chercheurs prometteurs. Les deux personnes ont débuté en tant que participants au programme et sont devenues des chefs de file indépendants au sein du programme Réseaux génétiques. Les profils de chercheurs mondiaux produits par le CIFAR ont mis en lumière certaines de leurs réalisations ultérieures. L’une de ces réalisations est celle d’un chercheur qui, à l’aide d’algorithmes et d’outils logiciels de pointe, a découvert comment les tumeurs se développent au niveau moléculaire. L’autre chercheur a quand à lui élaboré une méthode d’exploration mutationnelle profonde - une méthode largement utilisée par des laboratoires du monde entier. Ces deux chercheurs affirment que leur participation au CIFAR a une influence considérable sur leur travail.*

# Constatations (SPMIA) – Talents en IA

Pertinence

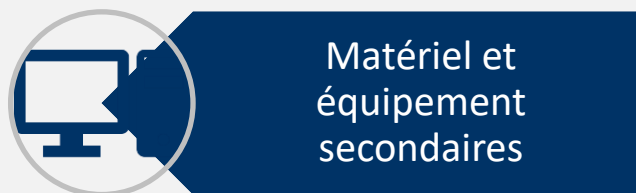
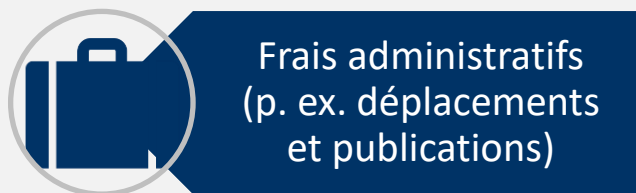
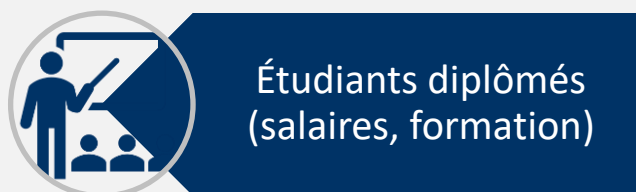
Rendement

Efficacité

**Constatation n° 7 :** La SPMIA soutient l'évolution de la prochaine génération de chercheurs grâce au recrutement et au maintien en poste des titulaires de chaire en IA Canada-CIFAR, qui attirent à leur tour des étudiants et enseignent à la prochaine génération de chercheurs en IA aux instituts d'IA et par l'entremise de programmes de formation.

**Le Programme des chaires en IA Canada-CIFAR représente un outil de recrutement intéressant qui appuie la croissance de l'écosystème de l'IA.**

La majorité du financement de la SPMIA (86,5 millions de dollars ou 69 %) vise à appuyer le Programme des chaires en IA Canada-CIFAR lié aux trois instituts d'IA. Les chaires en IA Canada-CIFAR sont décernées au moyen d'un processus de sélection pour un mandat de cinq ans; les candidats sont nommés par les instituts d'IA et approuvés par le CIFAR. Les personnes interrogées ont mentionné que l'accès à ce financement était essentiel pour attirer et recruter des chercheurs en IA au Canada, car il permet aux titulaires de chaire en IA Canada-CIFAR de mener librement des recherches, de former et de recruter des étudiants, et d'interagir avec l'industrie.



Les ententes de financement entre le CIFAR et les instituts d'IA décrivent quatre catégories générales dans lesquelles les titulaires de chaire en IA Canada-CIFAR peuvent utiliser le financement (voir le schéma à gauche). Selon un examen des dépenses (d'un seul institut d'IA) de janvier 2019 à mars 2021, la plus grande part du financement a servi à appuyer les salaires et la formation des étudiants diplômés (42 %), suivie du supplément de rémunération aux titulaires de chaire (40 %). La répartition du financement confirme ce qui a été souligné par les personnes interrogées, soit qu'une grande partie du financement du Programme des chaires en IA Canada-CIFAR appuie les étudiants diplômés.

Dans l'ensemble, les personnes interrogées estimaient que la SPMIA avait très bien réussi à recruter et à attirer des chercheurs en IA, ce qui a engendré une masse critique qui accroît considérablement l'attrait du Canada pour les entreprises et les groupes de recherche industrielle. Les personnes interrogées ont souligné que l'environnement créé aux trois instituts d'IA est très attirant et qu'il a un effet inverse à l'exode des cerveaux puisque des expatriés reviennent au Canada en raison des possibilités créées.

## **Accroissement de la migration nette des talents au Canada**

*À l'heure actuelle, le Canada se situe au quatrième rang de l'indice de migration des compétences en IA, lequel mesure les mouvements migratoires nets des membres de LinkedIn ayant des compétences en IA. Le Canada s'est élevé de 20 rangs de 2015 à 2019.*

*Source : Accenture et CIFAR, Rapport d'évaluation d'impact de la Stratégie pancanadienne en matière d'IA (SPMIA), 2020*

# Constatactions (SPMIA) – Talents en IA

Pertinence

Rendement

Efficacité

## La SPMIA a aidé à recruter et à conserver les meilleurs chefs de file en IA, lesquels aident à leur tour à attirer les étudiants en IA.

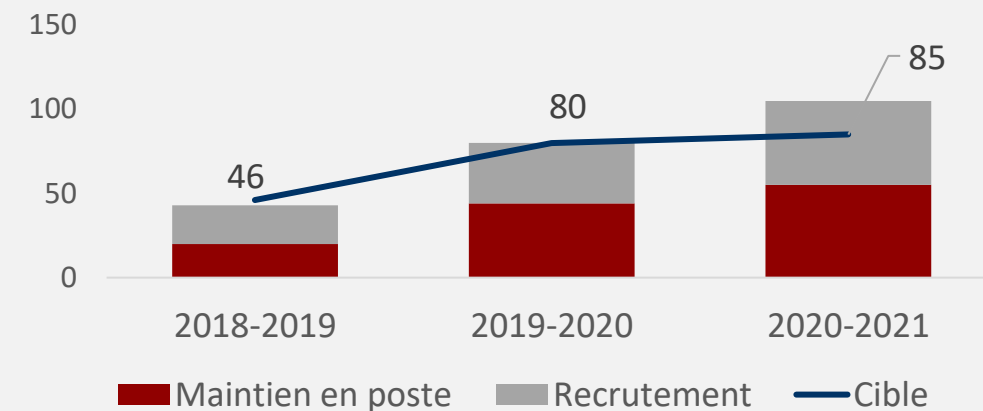
Dans l'ensemble, 39 des 52 répondants (75 %) au sondage de la SPMIA étaient d'accord ou fortement d'accord avec le fait que la SPMIA contribue à attirer du PHQ en IA au Canada, alors que 38 répondants sur 52 (73 %) étaient d'accord ou fortement d'accord avec le fait que la SPMIA aide à maintenir en poste le PHQ. En date du 31 mars 2021, les données sur le programme montrent qu'il y a 105 titulaires de chaire en IA Canada-CIFAR en activité, dont 55 dans la catégorie du recrutement et 50 dans la catégorie du maintien en poste (la division est près de 50/50 chaque année). En examinant les données par année, on constate que les résultats se situaient à 3 en deçà de la cible pour 2018-2019 (43 par rapport à 46), alors que la cible avait été atteinte en 2019-2020 (80) et dépassée de 20 en 2020-2021 (105 par rapport à 85). (Voir la **figure 9**.)

Les personnes interrogées ont mentionné que l'afflux de chercheurs venus au Canada pour occuper des postes de titulaire de chaire en IA Canada-CIFAR contribue à attirer et à conserver les talents, et que cela ne se serait pas produit sans la SPMIA. La Stratégie a également permis d'accroître la visibilité du Canada en vue d'attirer le PHQ. Les facteurs stimulant l'attraction et la conservation qui sont mentionnés par les personnes interrogées sont les suivants :

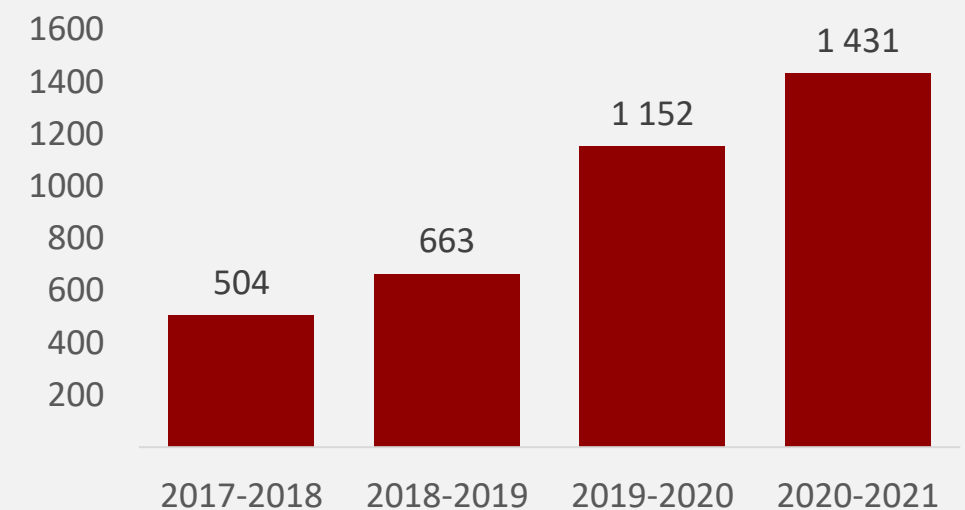
- l'aide financière et la souplesse quant à l'utilisation des fonds;
- la présence de pionniers en IA au Canada, comme Yoshua Bengio (codirecteur de programme du CIFAR et titulaire de chaire en IA Canada-CIFAR), Geoffrey Hinton (conseiller et ancien boursier du CIFAR) et Rich Sutton (boursier associé du CIFAR et titulaire de chaire en IA Canada-CIFAR);
- une masse critique de chercheurs en IA très qualifiés;
- le Canada en tant que pays où il fait bon vivre;
- la possibilité pour les titulaires de chaire d'occuper conjointement des postes dans l'industrie.

Le sondage d'évaluation a révélé que le programme des chaires en IA Canada-CIFAR avait réussi à attirer et à maintenir en poste le PHQ en IA, étant donné que 22 des 52 répondants du programme des chaires en IA Canada-CIFAR (42 %) ont indiqué avoir songé à obtenir un poste semblable à l'étranger, alors que 17 sur 52 des répondants (33 %) ont songé à obtenir des postes autant au Canada qu'à l'étranger. Au total, seulement 8 répondants sur 52 (15 %) ont envisagé uniquement l'occupation d'un poste au CIFAR, et 5 répondants sur 52 (10 %) ont envisagé un poste équivalent au Canada.

Parallèlement à l'accroissement des chaires en IA Canada-CIFAR, les études de cas et les données du programme ont également révélé une augmentation du nombre d'étudiants en IA. En examinant le nombre d'étudiants et de candidats aux recherches postdoctorales supervisés par des membres des instituts d'IA, on constate qu'il a presque triplé, passant de 504 à 2017-2018 à 1 431 en 2020-2021, les demandes d'admission dépassant de loin les places disponibles (voir la **figure 10**). Les données sur l'EDI au sein des étudiants n'étaient pas disponibles.



**Figure 9** : Recrutement et maintien en poste des titulaires de chaire IA Canada-CIFAR par exercice (2018-2019 à 2020-2021)



**Figure 10** : Nombre d'étudiants et de candidats aux recherches postdoctorales supervisés par des membres des instituts d'IA

# Constatactions (SPMIA) – Talents en IA

Pertinence

Rendement

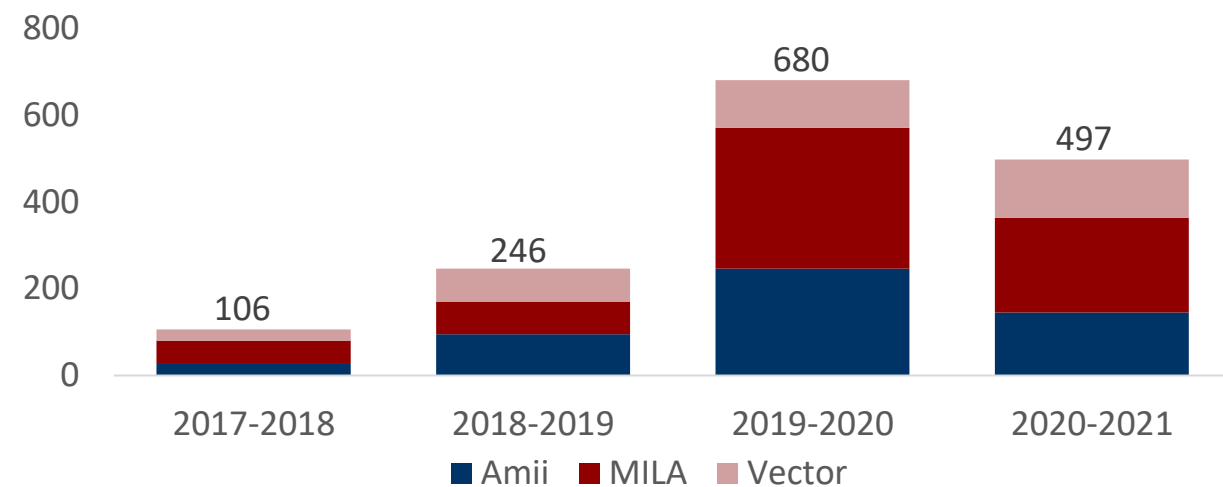
Efficacité

## Les instituts d'IA et les divers programmes de formation aident à former la prochaine génération de chercheurs en IA.

Les entrevues et les documents sur les programmes ont démontré qu'il y avait deux mécanismes par l'entremise desquels la SPMIA aide à former la prochaine génération de chefs de file en IA. Le premier mécanisme consistait à **permettre aux étudiants des instituts d'IA de développer une expertise de pointe en IA** en interagissant avec des spécialistes de renommée mondiale recrutés dans le cadre du programme de chaires en IA Canada-CIFAR, et en bénéficiant du mentorat de ces derniers. Les entrevues ont également permis de remarquer que le financement du programme de chaires en IA Canada-CIFAR permet aux titulaires de chaire de mettre sur pied des équipes de recherche, ce qui dote les étudiants d'une expérience pratique.

Le deuxième mécanisme utilisé est la **participation aux programmes de formation en IA** – ce qui comprend ceux offerts par les instituts d'IA de même que les initiatives plus générales offertes dans le cadre du programme national de formation sur l'IA au service du bien commun du CIFAR.

Les données sur le rendement montrent que le nombre d'ateliers, de conférences et de séances de formation offerts par les instituts d'IA au cours de la période d'évaluation s'élevait à 1 529, allant d'un nombre minimum de 106 en 2017-2018 à un sommet de 680 en 2019-2020 (voir la **figure 11**). Les données concernant ce type d'événements et le nombre de participants ne sont pas disponibles; cependant, les études de cas en ont donné un aperçu. En voici quelques exemples clés :



**Figure 11** : Nombre d'ateliers, de conférences et de séances de formation par institut d'IA (2017-2018 à 2020-2021)



Symposium IA Montréal : Événement annuel tenu à Mila qui réunit 800 experts, universitaires et professionnels industriels intéressés par les progrès fondamentaux et les applications de l'IA.



Vector Institute – Computer Vision Symposium : Vector a lancé un projet collaboratif à plusieurs étapes entre l'industrie et le milieu universitaire qui met l'accent sur les avancées récentes de la vision informatique. Cela comprenait un symposium de deux jours comportant des présentations et des démonstrations de l'industrie et du milieu universitaire.



Amni – AI Seminar (Université de l'Alberta) : Le **séminaire sur l'IA** d'Amii est une réunion hebdomadaire au cours de laquelle les chercheurs qui s'intéressent à l'IA peuvent présenter leurs recherches. Des conférenciers locaux de l'Université de l'Alberta, de même que des invités d'autres institutions comptent parmi les présentateurs.



AICan : Symposium annuel organisé par le CIFAR qui réunit plus de 600 participants. Cet événement s'adresse aux stagiaires, chercheurs et leaders éclairés de l'ensemble des disciplines, secteurs et industries.



# Constatactions (SPMIA) – Formation

Pertinence

Rendement

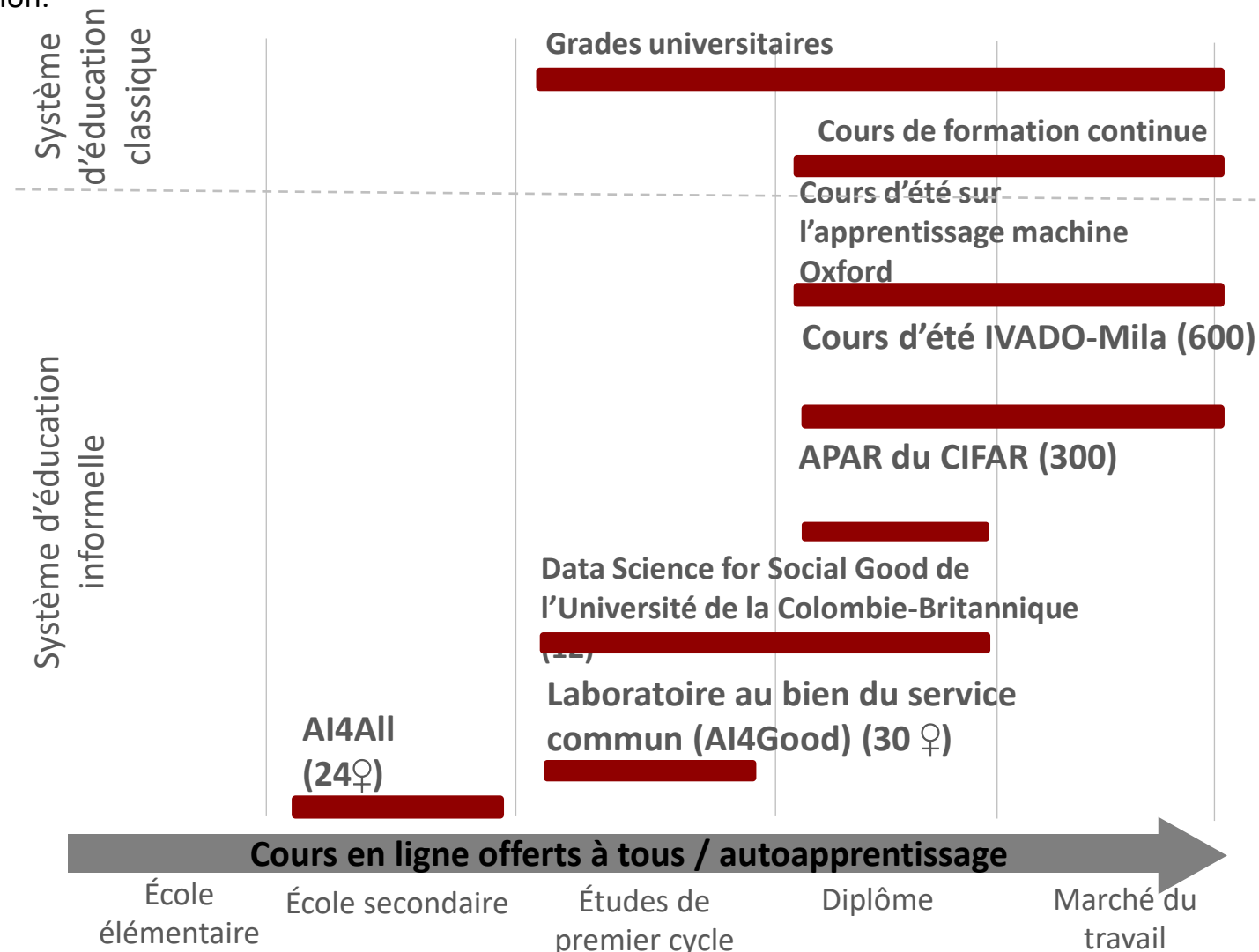
Efficacité

## Le programme national de formation sur l'IA au service du bien commun encourage les étudiants à envisager une carrière en IA tout en faisant progresser l'EDI.

Le programme national de formation sur l'IA au service du bien commun du CIFAR vise à encourager les étudiants de tous les niveaux à envisager une carrière en IA. Dans le cadre de ce programme d'activités, le CIFAR et ses partenaires font participer plus de 800 étudiants et stagiaires chaque année, allant d'étudiants du secondaire à des boursiers de recherches postdoctorales au Canada et des quatre coins du monde, notamment ceux qui appartiennent à des groupes sous-représentés (p. ex., deux activités s'adressent expressément aux femmes, à savoir l'IA pour tous [AI4All] et le laboratoire au service du bien commun [AI4Good]), ainsi que les participants de pays à faible revenu<sup>40</sup>. Les sujets abordés dans le cadre de ces activités aident aussi à faire progresser l'EDI. Par exemple, les cours d'été IVADO-Mila comportent un élément axé sur les préjugés et la discrimination.

Les documents de programme ont permis de cerner six différentes activités de formation annuelles qui font partie du programme national de formation (voir la **figure 12**). En général, il y avait peu de données disponibles sur le rendement concernant l'incidence des activités, et les coordonnées n'étaient pas disponibles, ce qui a rendu impossible la réalisation du sondage auprès des participants. Les données sommaires fournies pour le laboratoire au bien du service commun ont montré que le programme de formation aide à susciter de l'intérêt envers l'IA chez les étudiantes au cycle supérieur, 73 % des participantes signalant qu'elles s'intéressaient davantage à la poursuite d'une carrière en IA à la fin de l'activité<sup>41</sup>. Les documents de programme du laboratoire au service du bien commun ont également mis en lumière un certain nombre de femmes diplômées qui ont fait carrière en IA<sup>42</sup>.

La demande et la croissance peuvent aussi servir d'indicateurs pour mesurer le succès. Les documents de programme ont révélé qu'il y avait 1 200 candidats de 75 pays pour les 300 places disponibles à l'École d'été sur l'apprentissage profond et l'apprentissage par renforcement (APAR) de 2020<sup>43</sup>. Les personnes interrogées ont également mentionné que le laboratoire au service du bien commun a été élargi en 2020 par la tenue d'un programme à l'institut Amii à Edmonton<sup>44</sup>.



**Figure 12** : Activités de formation annuelles et nombre de participants au laboratoire au bien du service commun

Pertinence

Rendement

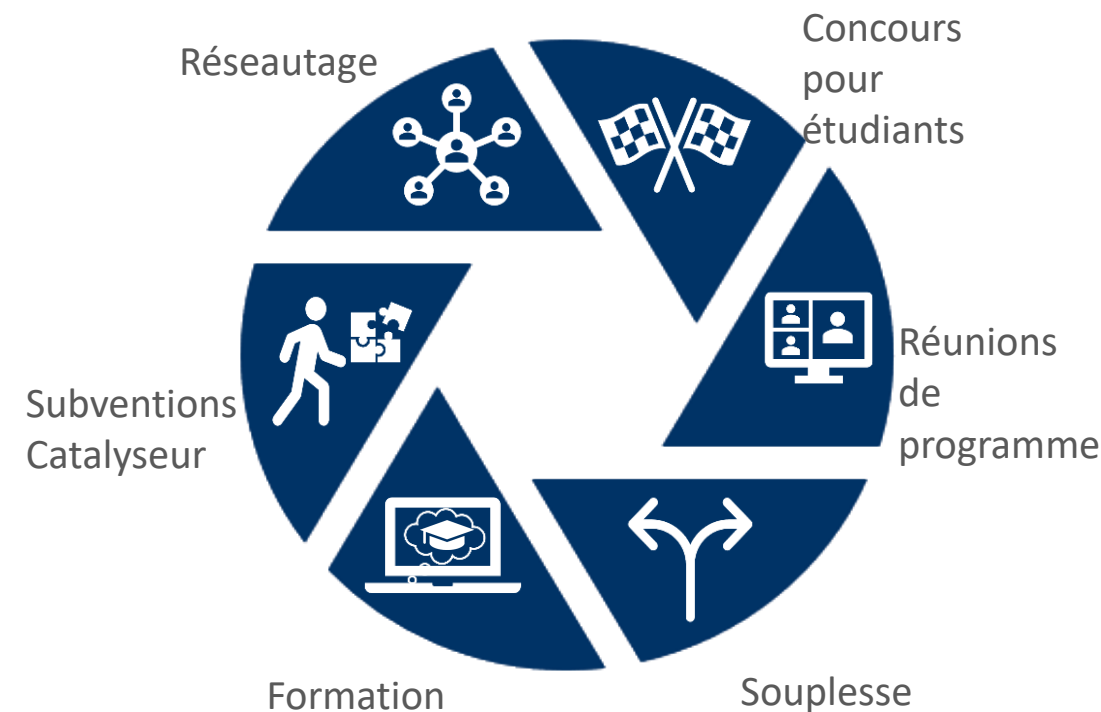
Efficacité

**Constatation n° 8 :** Les personnes interrogées et les répondants au sondage étaient généralement d'accord avec le fait que le CIFAR réussit bien à appuyer le perfectionnement des connaissances et des compétences du personnel hautement qualifié (PHQ), et qu'il soutient un groupe de PHQ qui est caractérisé par l'équité, la diversité et l'inclusion (EDI). Parmi les possibilités d'amélioration, il y avait l'apport d'un soutien supplémentaire au niveau postdoctoral, le développement plus approfondi de l'EDI au sein de la réserve de talents en faisant participer un plus grand nombre d'étudiants du secondaire et du premier cycle, ainsi que la collecte systématique de données sur l'EDI.

## La formation et les occasions offertes par l'entremise du CIFAR (activités de base et SPMIA) appuient le perfectionnement du PHQ.

Le sondage d'évaluation a permis de constater que 120 des 133 répondants du programme des activités de base (90 %) étaient d'accord ou fortement d'accord avec le fait que le CIFAR contribue au perfectionnement des connaissances et des compétences du PHQ, tandis que 42 des 52 répondants de la SPMIA (80 %) étaient d'accord ou fortement d'accord avec le fait que le soutien de la SPMIA permettait la création de possibilités de formation pour le PHQ en IA. En général, les personnes interrogées ont également mentionné que les activités de formation du CIFAR et de la SPMIA étaient importantes sur le plan de la contribution au perfectionnement des connaissances et des compétences du PHQ. L'importance de la SPMIA a été mentionnée en ce qu'elle a incité les universités à mettre en place des programmes d'études supérieures en IA et à organiser des colloques et des conférences. Parmi les autres éléments particuliers relevés par les personnes interrogées qui ont contribué le plus au perfectionnement des connaissances et des compétences du PHQ, il y avait les suivants :

- les activités de formation, comme les cours d'été et le perfectionnement professionnel;
- les Subventions Catalyseur;
- la participation des stagiaires aux réunions de programme;
- les occasions de réseautage;
- le concours pour étudiants d'IACan;
- la souplesse du financement du Programme de chaires en IA Canada-CIFAR, qui permet aux professeurs d'accueillir des étudiants au cycle supérieur sans devoir s'inquiéter de la façon dont ils seront financés.



Les efforts du CIFAR visant à appuyer les compétences et le perfectionnement des connaissances du PHQ comprennent **six éléments principaux.**

# Constatactions (activités de base et SPMIA) – PHQ et EDI

Pertinence

Rendement

Efficacité

## L'EDI (équité, diversité et inclusion) a été désignée comme une priorité pour le CIFAR.

Au moment de l'évaluation, les données sur le genre étaient disponibles à la fois pour les chercheurs mondiaux et les titulaires de chaire en IA Canada-CIFAR pour l'exercice 2019-2020, et un engagement avait été pris en vertu duquel les données seraient mises à jour lorsque de nouveaux membres seraient accueillis et intégrés. Les données disponibles montrent que plus de la moitié des chercheurs mondiaux s'identifiaient comme des femmes (58 %), tandis qu'à peu près un titulaire de chaire en IA Canada-CIFAR sur cinq (19 %) s'identifiait comme une femme (voir les figures 13 et 14).

Le sondage d'évaluation a révélé que 108 des 167 répondants du programme des activités de base (65 %) étaient d'accord ou fortement d'accord avec le fait que le CIFAR soutient des groupes de PHQ qui sont équitables, diversifiés et inclusifs, tandis que 40 des 52 répondants de la SPMIA (77 %) étaient d'accord ou fortement d'accord avec cet énoncé.

## La concurrence est forte pour un petit nombre de candidats en quête d'équité, surtout en IA, ce qui laisse entendre la nécessité de diversifier la réserve d'étudiants.

Les entrevues et les données sur les chercheurs mondiaux donnent à penser que des efforts sont accomplis pour veiller à ce que les femmes aient un accès égal aux programmes de formation. La représentation plus élevée des femmes est probablement attribuable au large bassin de candidats qui couvre de nombreuses disciplines. Pour ce qui est des données sur les titulaires de chaire en IA Canada-CIFAR, la proportion de femmes correspond à celle que l'on retrouve dans la littérature<sup>45</sup>. Un des défis liés à l'EDI pour la SPMIA relevé lors des entrevues est le petit nombre de candidats et la forte concurrence pour les candidats appartenant à des groupes en quête d'équité. À titre d'exemple, bien que les inscriptions universitaires en mathématiques, informatique et science de l'information aient augmenté de 102 % entre 2008-2009 et 2018-2019, la répartition selon le genre est demeurée relativement constante, les femmes étant représentées dans une proportion de 27,0 % en 2008-2009 et de 27,8 % en 2018-2019<sup>46</sup>. En ce qui concerne les cours d'été et d'hiver du CIFAR et le programme national de formation de la SPMIA, les données sur l'EDI au sein des participants à la formation sont limitées, quoique certaines activités précises relevant de la SPMIA ciblent les femmes (p. ex., AI4All et le laboratoire au service du bien commun). Les données de l'École d'été d'APAR de 2019-2020 ont indiqué que 31 % des participants s'identifiaient comme des femmes, tandis que 12 % d'entre eux s'identifiaient comme membres d'une minorité visible<sup>47</sup>. Les données n'étaient pas disponibles pour les autres années.

En ce qui a trait aux possibilités d'amélioration, certaines personnes interrogées ont souligné que plus d'efforts ciblant la constitution d'une solide réserve diversifiée d'étudiants sont nécessaires, en mettant l'accent sur la participation des étudiants du secondaire et du premier cycle, en particulier pour l'IA. En ce qui a trait au CIFAR, il a également été suggéré que l'on pourrait en faire davantage pour appuyer le financement d'occasions postdoctorales.

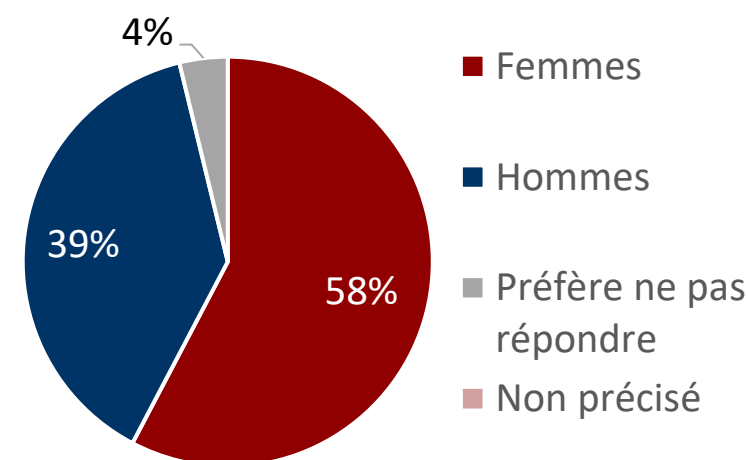


Figure 13 : Chercheurs mondiaux, selon le genre (2019-2020)

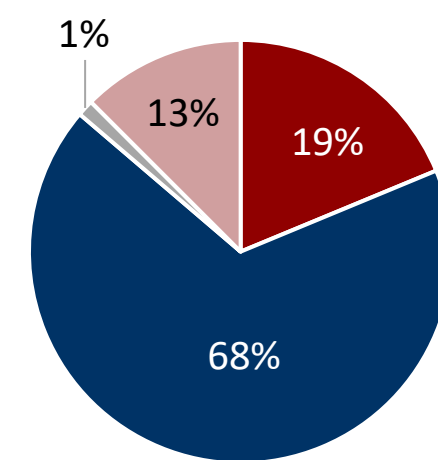


Figure 14 : Titulaires de chaire en IA Canada-CIFAR, selon le genre (2019-2020)



Pertinence

Rendement

Efficacité

**Constataion n° 9 :** La souplesse et l’agilité du CIFAR lui ont permis de réorienter certaines de ses activités afin d’appuyer la réponse à la pandémie. La transition à un environnement virtuel a également fourni des occasions d’accroître la participation aux activités. En outre, la pandémie a mis en lumière des possibilités d’appuyer la santé publique grâce à des applications en IA.

## **Le CIFAR est passé à un modèle virtuel et a contribué aux efforts de lutte contre la COVID-19.**

D’après les entrevues, le CIFAR était perçu comme efficace dans la prestation de ses activités et programmes, notamment la SPMIA, pendant la pandémie de COVID-19. L’impossibilité de se réunir en personne a entraîné la réorientation vers des tribunes virtuelles pour les réunions et les événements, certaines personnes y relevant des avantages pour l’environnement (p. ex., empreinte carbone réduite) et une plus grande facilité de participation pour les personnes avec des enfants. Certaines personnes ont aussi mentionné que les réunions en personne ne sont peut-être pas toujours nécessaires, bien que les personnes interrogées aient mentionné que cela pourrait être difficile pour certains des programmes de recherche plus récents, lorsque la relation entre les membres n’est pas encore tissée. L’environnement virtuel a également permis d’accroître la participation; par exemple, le symposium IACan comptait plus de 600 participants virtuels en 2021, comparativement à 371 participants en 2019. Le recrutement aux instituts nationaux d’IA a également été influencé par la COVID-19 en raison de l’incapacité à faire venir des étudiants ou des membres du corps professoral de l’extérieur du pays.

Les documents et les entrevues ont témoigné de l’adaptation des activités par le CIFAR, de son lancement de deux fonds d’intervention rapide et de son émission d’un appel de propositions pour appuyer les collaborations en recherche qui traitent de la COVID-19 (Subventions Catalyseur IA-COVID-19 et Programme de subventions en santé des populations et en bien-être Manuvie-CIFAR). La souplesse nécessaire à l’évolution de la recherche au sein des modèles des activités de base CIFAR et de la SPMIA a également permis aux chercheurs de modifier leur objectif. Les entrevues ont fourni un bon nombre d’exemples de la mobilisation du CIFAR en réponse à la COVID-19, et l’examen de la documentation a révélé que près d’un quart de la collectivité du CIFAR a concentré ses recherches en vue de répondre aux défis posés par la COVID-19. Les projets ont porté notamment sur le leadership en réponse à la COVID-19, la biologie du SARS-CoV-2, l’épidémiologie et la transmission, les contre-mesures médicales, les répercussions sociales et économiques, et la santé mentale et le bien-être<sup>48</sup>.

Pour l’IA, la pandémie a présenté une occasion d’exposer certaines des façons dont l’IA pourrait s’appliquer à la santé. Les entrevues et l’examen de la documentation ont montré que les instituts d’IA ont également réorienté leurs recherches et leurs applications pour répondre aux répercussions de la pandémie en s’attaquant à des questions importantes telles que le suivi de la santé mentale, la détection et la surveillance d’une pneumonie chez les patients, et l’apport d’une expertise à l’élaboration de plateformes provinciales de données sur la santé.

### **Appui de la réponse à la COVID-19**

*Les Subventions Catalyseur IA-COVID-19 du CIFAR apportent un soutien aux chercheurs dans leur emploi de l’apprentissage machine pour trouver des médicaments qui agissent sur les mêmes protéines ciblées par la COVID-19, de la même façon que les réseaux sociaux recommandent des amis. « Dans les réseaux sociaux, par exemple, vous voulez recommander des amis d’après des liens existants [...] Dans ce cas-ci, l’intuition est la même. En fonction des liens existants entre les médicaments et les protéines, et les protéines et la maladie, nous tentons de prédire ces nouveaux liens. <sup>49</sup> »*



# Constatactions (activités de base) – Mobilisation

Pertinence

Rendement

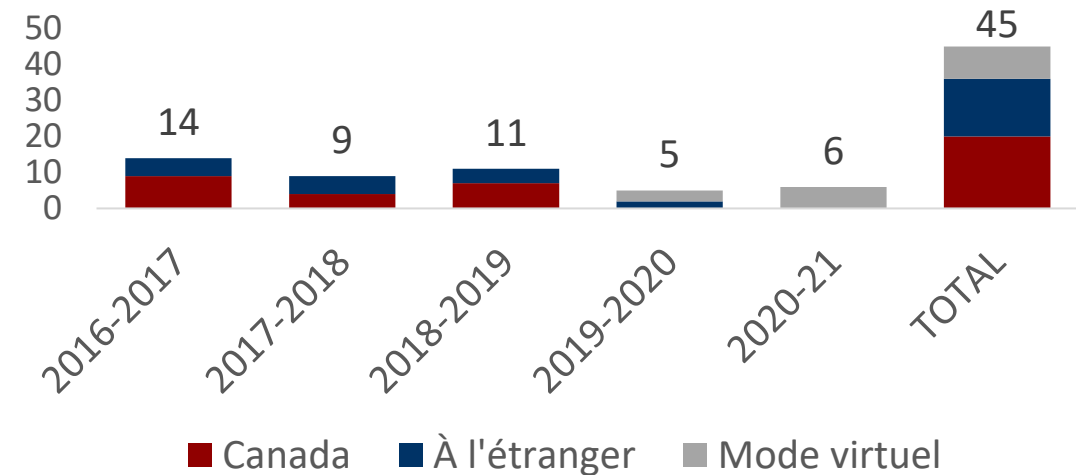
Efficacité

**Constataction n° 10 :** Par l’intermédiaire de ses publications et activités de mobilisation du savoir, le CIFAR a réussi à faire connaître les résultats de ses programmes de recherche de base à des chefs de file, à des universitaires et, dans une certaine mesure, au grand public. Des problèmes de qualité des données ont cependant été relevés en ce qui concerne les données autodéclarées, notamment des valeurs élevées et un double comptage.

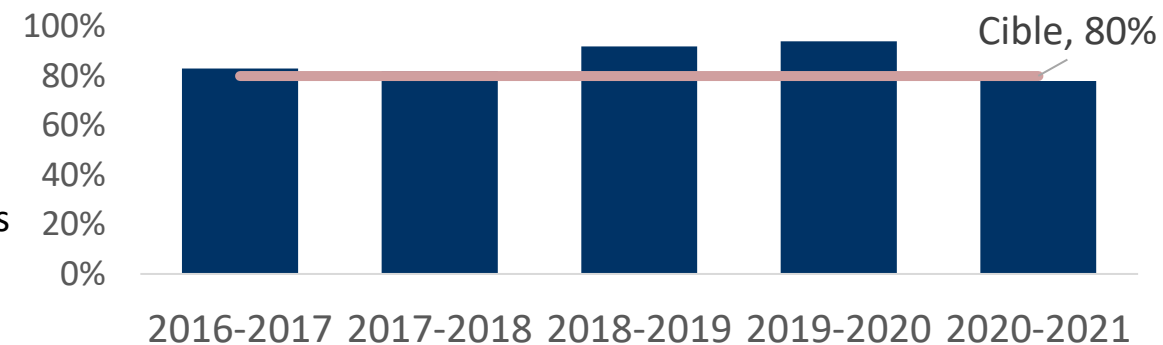
## Des activités de mobilisation du savoir ont eu lieu au Canada, à l’étranger et virtuellement, et elles ont eu une incidence élevée sur les utilisateurs des connaissances.

Les documents de programme et les entrevues ont montré que grâce aux activités de mobilisation du savoir telles que les tables rondes, les conférences, les ateliers et les événements, le CIFAR communique le savoir et les résultats de ses programmes de recherche de base à des leaders éclairés, tant à l’échelle nationale qu’internationale. Les données sur les programmes indiquent qu’entre avril 2016 et mars 2021, le CIFAR a organisé un total de 45 activités de mobilisation du savoir. La pandémie de COVID-19 a nui à la capacité du CIFAR d’organiser des activités en personne, ce qui a entraîné un changement important vers des activités à participation restreinte et surtout virtuelles après 2018-2019. Durant la période couverte par l’évaluation, 20 activités ont eu lieu au Canada, 16 à l’étranger (États-Unis, France et Pays-Bas) et 9 sous forme virtuelle (voir la **figure 15**). Cela représente 64 % de la cible fixée de 70 activités d’ici mars 2023 (60 au Canada et 10 à l’étranger), la cible pour les activités internationales ayant déjà été dépassée.

Les données sur les programmes recueillies sur les activités de mobilisation du savoir ont révélé que celles-ci influencent les participants et leur travail. Le pourcentage d’utilisateurs du savoir qui prévoient intégrer à leur travail les nouvelles idées acquises par l’entremise du CIFAR était élevé, et il a dépassé la cible de 80 % en ce qui concerne quatre des cinq années traitées pour la période d’évaluation. Ce pourcentage allait d’un pourcentage minimum de 78 % en 2020-2021 à un pourcentage maximum de 94 % en 2019-2020 (voir la **figure 16**).



**Figure 15 :** Nombre d’activités de mobilisation du savoir tenues de 2016-2017 à 2020-2021



**Figure 16 :** Pourcentage d’utilisateurs du savoir qui prévoient d’intégrer à leur travail les nouvelles idées acquises par l’entremise du CIFAR<sup>50</sup>



# Constatactions (activités de base) – Mobilisation

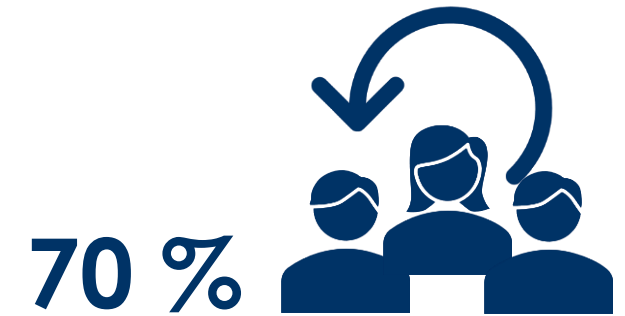
Pertinence

Rendement

Efficacité

## La promotion du savoir et les activités de diffusion entreprises par le CIFAR étaient perçues comme efficaces.

Toutes les personnes interrogées ont signalé que le CIFAR réussit très bien à promouvoir et à diffuser le savoir tiré de la recherche. Toutefois, certaines personnes interrogées ont fait remarquer qu’au sein du milieu universitaire, il y a peut-être une plus grande sensibilisation chez les chercheurs qu’à l’échelle des institutions, alors que d’autres personnes ont également observé que le CIFAR est peut-être davantage reconnu à l’étranger qu’au Canada. Pour ce qui est de la promotion de la recherche en dehors du milieu universitaire, soit au grand public, c’est un domaine pour lequel il a été mentionné que le CIFAR est plus actif que les trois conseils subventionnaires. Cependant, certaines personnes interrogées ont fait remarquer que le CIFAR pourrait en faire plus. Aucune mesure officielle recueillie dans le cadre de la Stratégie de mesure du rendement du CIFAR ne porte sur la mobilisation du public. Le site WEB du CIFAR présente néanmoins un certain nombre d’articles, de vidéos et d’activités offerts au public. Le sondage d’évaluation a toutefois révélé que les blogues (17 %) et les conférences virtuelles du CIFAR (38 %) étaient les activités les moins fréquemment utilisées pour promouvoir et diffuser la recherche, même si le grand public (78 %) représentait le troisième auditoire le plus communément visé pour les activités de diffusion des connaissances, après le milieu scientifique (93 %) et les universités et établissements postsecondaires (87 %).



des répondants interrogés, soit 100 sur 142, ont répondu que la promotion du savoir et des activités de diffusion par le CIFAR est « **extrêmement efficace** » ou « **très efficace** ».

## Aux activités de mobilisation du savoir s’ajoutaient diverses publications, ce qui aide à accroître la portée des programmes de recherche. Toutefois, des problèmes de qualité des données ont été relevés en ce qui concerne les données autodéclarées.

Les données sur les programmes ont révélé que durant la période couverte par l’évaluation, les membres du programme de base ont signalé un total de 11 741 publications d’importance (articles de journaux à comité de lecture et documents de conférence, livres et chapitres de livre, documents de travail diffusés au public, livres blancs ou rapports sur la politique), le nombre annuel variant de 1 440 en 2020-2021 à 3 183 en 2016-2017. Cependant, les données ont révélé certaines valeurs anormalement élevées qui donnaient à penser que les répondants signalaient des activités au-delà des années en question. Le nombre de produits de recherche corédigés par deux membres ou plus totalisait 2 155, le nombre annuel variant de 396 en 2020-2021 à 457 en 2018-2019. Ces deux indicateurs devraient toutefois être interprétés avec prudence, car ils sont autodéclarés et également susceptibles d’avoir fait l’objet d’un double comptage étant donné la nature collaborative de la recherche. Un certain nombre de personnes interrogées ont toutefois fait remarquer que même si le CIFAR joue un rôle actif dans la mobilisation des connaissances en reliant des personnes et en organisant des activités, la communication du savoir est une tâche qui incombe au milieu universitaire et non au CIFAR.



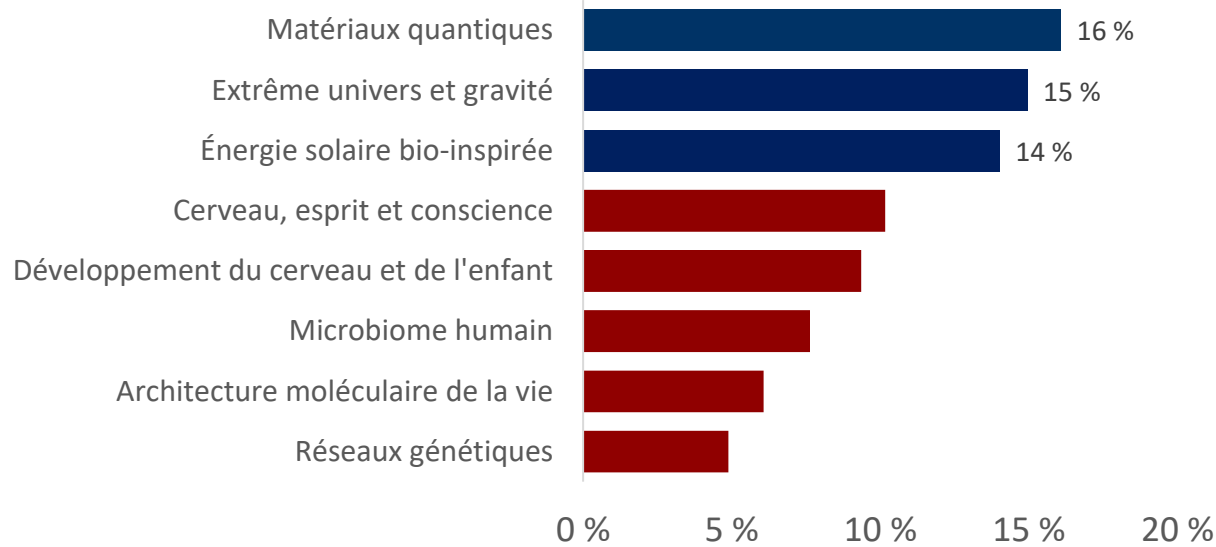
# Constatations (activités de base) – Mobilisation

Pertinence

**Rendement**

Efficacité

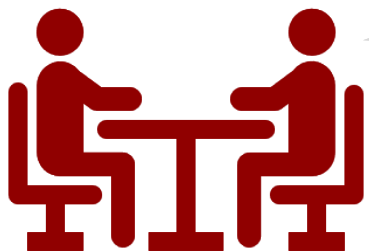
**Un nombre important de publications à comité de lecture ont été produites, plusieurs d'entre elles étant souvent citées.**



Les données sur les programmes ont révélé que les articles évalués par un comité de lecture représentaient le type de publication le plus souvent cité, représentant 65 % de toutes les publications. Cela correspond au sondage d'évaluation, dans lequel les répondants du programme des activités de base ont indiqué que les principales activités de diffusion pour promouvoir leur recherche sont les publications à comité de lecture (98 %), ainsi que les conférences (92 %), et les exposés (92 %) au niveau international. En examinant les articles évalués par un comité de lecture en fonction du programme de recherche, Matériaux quantiques et Extrême univers et gravité (les deux programmes permanents les plus anciens fondés en 1986 et en 1987, respectivement) représentaient la plus grande part des articles, suivis de près par Énergie solaire bio-inspirée (fondé en 2014) (voir la **figure 17**).

**Figure 17 :** Pourcentage d'articles évalués par un comité de lecture, par programme de recherche (les huit principaux)

Les données de publication autodéclarées obtenues auprès du CIFAR ont été complétées par une analyse menée par l'entremise de SciVal, un outil bibliométrique en ligne fondé sur la base de données Scopus qui comprend plus de 25 100 titres de plus de 5 000 éditeurs internationaux<sup>51</sup>. Entre 2015 et 2020, SciVal a recensé 1 802 publications de 370 auteurs affiliés au CIFAR. La production des auteurs du CIFAR était très collaborative, 78 % des publications mettant en jeu une collaboration internationale, comparativement à 52 % pour l'ensemble du Canada. Les publications de chercheurs du CIFAR étaient également souvent citées, avec une moyenne de 27,8 citations par publication, comparativement à 11,2 pour l'ensemble du Canada, et plus d'un quart des publications (491 ou 27 %) comptaient parmi les 10 % des publications les plus citées dans le monde entier, 5 % d'entre elles faisant partie du 1 % des publications les plus citées. Sur le plan des domaines de publication, la physique et l'astronomie représentaient la plus grande part (29 %), suivis de la science des matériaux (14 %) et de la biochimie, génétique et biologie moléculaire (10 %).



**Recommandation n° 1 :** Le Secteur des sciences et de la recherche (SSR) d'ISDE et le CIFAR devraient envisager des possibilités d'améliorer la rigueur des données de mesure du rendement en ce qui a trait aux publications. Des examens d'assurance de la qualité pourraient être ajoutés afin de traiter les valeurs anormales, et il serait aussi possible d'explorer l'utilisation des données externes pour éviter le double comptage des publications conjointes.





# Constataions (SPMIA) – Mobilisation

Pertinence

**Rendement**

Efficacité

**Constataion n° 11 :** La SPMIA a permis de mobiliser le savoir en vue d'appuyer le développement responsable de l'IA. Les activités de diffusion des connaissances ont également fait connaître les résultats de la recherche en IA à un public élargi, ce qui a entraîné l'augmentation des programmes et du financement pour appuyer le déploiement des technologies en IA au sein de divers secteurs et industries.

## **Le programme IA et société de la SPMIA aide à mobiliser le savoir pour faire progresser le développement responsable de l'IA.**

Un des objectifs de la SPMIA consiste à comprendre les répercussions sociétales de l'IA en développant un leadership éclairé d'envergure mondiale sur les répercussions économiques, éthiques, politiques et juridiques des percées en IA<sup>52</sup>. Les documents de programme ont révélé que cela s'effectue par l'entremise du programme IA et société, lequel aide au développement responsable de l'IA (c.-à-d. en tenant compte des principes éthiques et de la responsabilisation) grâce à quatre éléments :

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <b>Ateliers IA et société</b>                          | Les ateliers IA et société rassemblent divers spécialistes de l'ensemble des disciplines, pays et secteurs afin de traiter certains des défis les plus fondamentaux posés par l'IA, explorant notamment les sujets comme l'usage éthique de l'IA en médecine, l'utilisation de l'IA pour répondre à la crise climatique ainsi que le rôle de l'IA à titre d'amplificateur des inégalités dans les populations vulnérables. |
|  | <b>Laboratoires de politiques sur l'avenir de l'IA</b> | Les laboratoires de politiques sur l'avenir de l'IA font participer le milieu des politiques publiques à des conversations avec des spécialistes d'autres secteurs afin de les aider à comprendre et connaître les possibilités en matière de politique et les défis qui surviennent avec le déploiement rapide des technologies en IA, ainsi qu'à réagir à ces possibilités et défis.                                     |
|  | <b>Réseau de solutions</b>                             | En partenariat avec le Centre de recherches pour le développement international (CRDI), le CIFAR a lancé en septembre 2020 un appel pour des réseaux de solutions. Un réseau de solutions consiste en une équipe mondiale formée de spécialistes intersectoriels et interdisciplinaires qui conçoivent, élaborent et mettent en œuvre des solutions de gouvernance responsables en matière d'IA.                           |
|  | <b>L'ère de l'IA</b>                                   | Le Canada a été le premier pays au monde à annoncer une stratégie nationale en matière d'IA financée par le gouvernement fédéral, ce qui a incité de nombreux autres pays à en faire autant. Le CIFAR a publié deux rapports qui précisent le paysage mondial des stratégies en matière d'IA.  |



# Constatactions (SPMIA) – Mobilisation

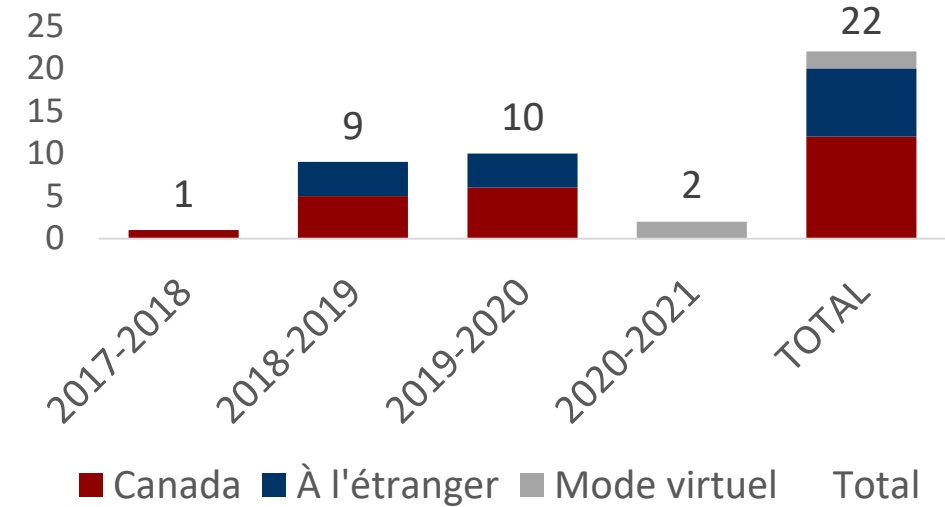
Pertinence

Rendement

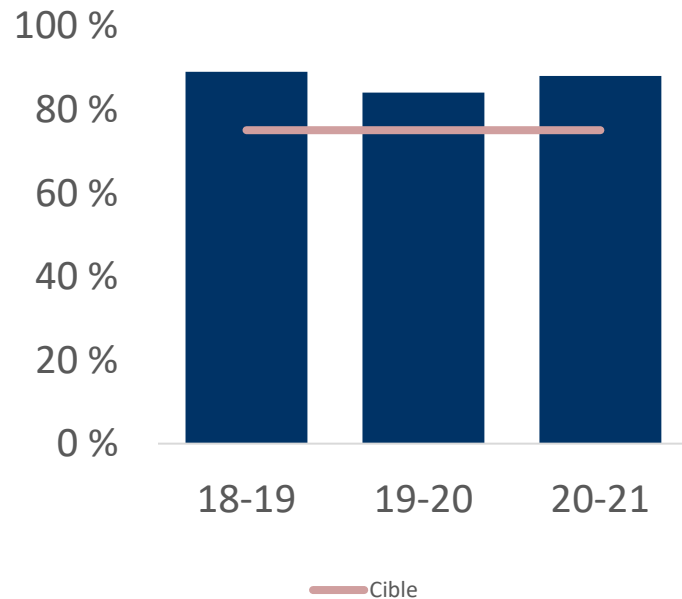
Efficacité

## Les événements tenus dans le cadre du programme IA et société ouvrent le dialogue sur l'IA responsable et exposent les participants à de nouvelles idées.

L'examen de la littérature a révélé que l'IA pose des défis en ce qui concerne l'éthique et l'équité. Certaines des préoccupations les plus importantes ont trait au respect des droits de la personne et des valeurs démocratiques et au transfert des préjugés du monde analogique au monde numérique<sup>53</sup>. Au fur et à mesure que l'utilisation et de la mise en application de l'IA progressent, il est essentiel d'avoir des discussions qui portent sur les mégadonnées, le respect de la vie privée, les préjugés et l'inclusion, ainsi que sur l'accès à l'IA<sup>54</sup>. Des initiatives telles que le programme IA et société aident à entamer ces discussions en mettant l'accent sur l'instauration de dialogues sur les valeurs individuelles, communautaires et commerciales ainsi que sur les croisements entre ces valeurs<sup>55</sup>. Les données sur le programmes ont montré qu'au cours de la période couverte par l'évaluation, un total de 22 événements ont été tenus dans le cadre du programme IA et société, dont 12 au Canada, 8 à l'étranger (États-Unis, Royaume-Uni et France) et 2 par vidéoconférence en raison de la pandémie de COVID-19 (voir la **figure 18**).



**Figure 18 :** Nombre d'événements tenus annuellement dans le cadre du programme IA et société de 2017-2018 à 2020-2021



De façon générale, les personnes interrogées étaient d'accord pour dire que la SPMIA a permis de promouvoir et de diffuser les connaissances tirées de la recherche (p. ex., grâce au programme IA et société). Les données montrent également que la majorité des participants aux activités IA et société (de 84 à 89% selon l'exercice) indiquent y avoir été exposés à de nouvelles idées (voir la **figure 19**). Les entrevues et les documents ont montré qu'il y a encore un manque de confiance élevé envers l'IA au sein du public, et le CIFAR a collaboré activement avec des partenaires en vue d'ouvrir un débat public. Par exemple, en collaboration avec Algora Lab et le Conseil consultatif en matière d'intelligence artificielle du Canada, le CIFAR a tenu une série d'ateliers publics pour que les Canadiens puissent faire part de leur avis sur les développements de l'IA. Le réseau de solutions du programme IA et société forme également des partenariats avec des organismes non gouvernementaux dans le cadre d'initiatives pilotes visant à concevoir et à élaborer des solutions responsables et avantageuses en matière d'IA. Le premier réseau de solutions annoncé en 2021 vise à établir si les plateformes de données en IA peuvent accroître les possibilités économiques pour les travailleuses agricoles en Inde<sup>56</sup>.

L'examen de la littérature a permis de constater que dans l'ensemble, il est important que les systèmes d'IA soient conçus avec un souci de transparence quant à l'utilisation de l'IA, et qu'il y ait une responsabilisation à l'égard des résultats. Les systèmes d'IA doivent fonctionner adéquatement et d'une façon sécurisée et sécuritaire. Le financement continu par des fonds publics aide à traiter et à atténuer les risques liés à l'utilisation de l'IA ainsi qu'à maintenir l'équilibre avec les intérêts privés.

**Figure 19 :** Nombre de participants qui indiquent avoir été exposés à de nouvelles idées lors d'événements tenus dans le cadre du programme IA et société de 2018-2019 à 2020-2021



# Constatactions (SPMIA) – Mobilisation

Pertinence

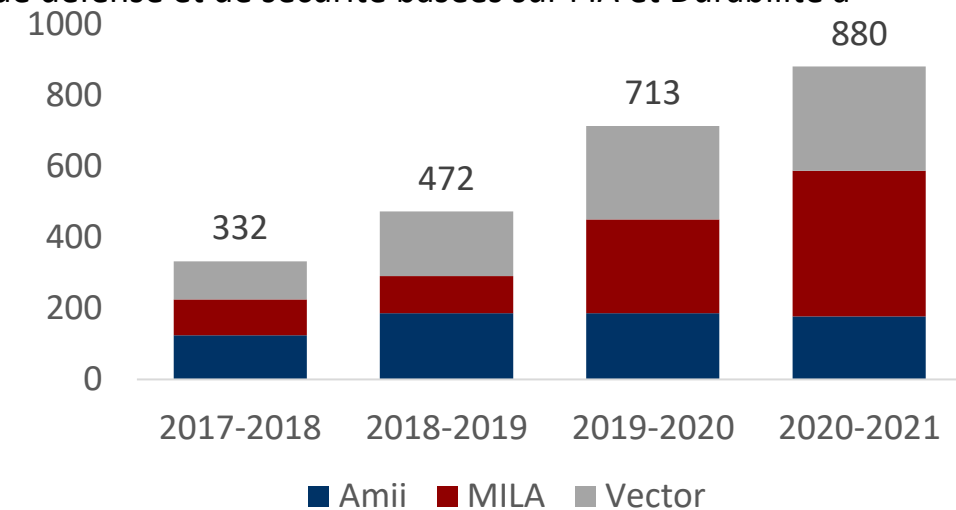
Rendement

Efficacité

## Les activités de mobilisation du savoir ont été enrichies par les publications et témoignent de la collaboration avec l'industrie.

Le CIFAR a également produit un certain nombre de publications liées à l'IA au cours de la période couverte par l'évaluation afin d'appuyer les activités de mobilisation du savoir et d'accroître la portée. Durant la période couverte par l'évaluation, un total de 21 rapports ont été publiés par le CIFAR, lesquels portaient en grande partie sur l'influence de l'IA sur la société. Parmi ces publications, il y a Établir des normes mondiales pour les enfants et l'IA, Les écosystèmes d'information alimentée par l'IA et la démocratie, Réglementation des technologies de défense et de sécurité basées sur l'IA et Durabilité à l'ère numérique.

Les documents de programme ont révélé que les activités de mobilisation du savoir de la SPMIA sont également complétées par diverses publications des instituts d'IA, lesquelles aident à accroître la portée des résultats et du savoir tiré de la recherche. Les données de programme ont montré qu'au cours de la période couverte par l'évaluation, les titulaires de chaire en IA Canada-CIFAR ont recensé 2 397 publications à comité de lecture provenant de tous les instituts d'IA, sur les quatre années, leur nombre s'accroissant de 332 en 2017-2018 à 880 en 2020-2021 (voir la **figure 20**). Les données de publication indiquent également une collaboration croissante avec l'industrie, le nombre total de publications conjointes mettant en jeu des auteurs des instituts d'IA et des secteurs d'affaires s'élevant à 479, étant passé de 16 en 2017-2018 à 276 en 2020-2021. Le sondage d'évaluation a révélé que 36 des 52 répondants de la SPMIA (69 %) étaient satisfaits ou très satisfaits du soutien général fourni par le CIFAR pour la diffusion de la recherche.



**Figure 20** : Nombre de publications à comité de lecture produite par les instituts d'IA de 2017-2018 à 2020-2021

## La SPMIA a réussi à communiquer la valeur des technologies de l'IA à l'industrie et au secteur public.

Cette observation a été faite au cours des entrevues et est mise en évidence par le nombre croissant d'organisations et d'entreprises qui entrent en contact avec les instituts d'IA pour découvrir comment l'IA peut appuyer leurs opérations. L'intérêt croissant a conduit à l'élaboration de programmes aux instituts d'IA, comme le programme REMI (Reducing Emissions through Machine Intelligence – réduction des émissions grâce à l'intelligence artificielle) d'Amii, qui aide les PME à améliorer leurs opérations<sup>57</sup>, ainsi que le programme Face-to-Face du Vector Institute, qui donne des conseils en matière d'IA aux organisations par l'entremise de chercheurs de l'institut<sup>58</sup>. Cela a mené au bout du compte à l'inclusion de nouveaux programmes aux instituts Amii, Mila et Vector dans le cadre du renouvellement de la SPMIA, dans le but d'appuyer des projets qui renforcent la capacité des organisations canadiennes à développer, adopter, utiliser ou commercialiser des technologies fondées sur l'IA.

L'Initiative des Supergrappes d'innovation a également été mentionnée à titre d'exemple de mobilisation du savoir, notamment la Supergrappe Scale AI qui vise à accroître l'intégration de l'IA dans tous les secteurs des affaires. Le renouvellement de la SPMIA permet également l'amélioration de ce programme grâce à l'octroi de ressources exclusives pour appuyer la commercialisation et l'adoption de solutions d'IA au sein des écosystèmes canadiens.



Pertinence

**Rendement**

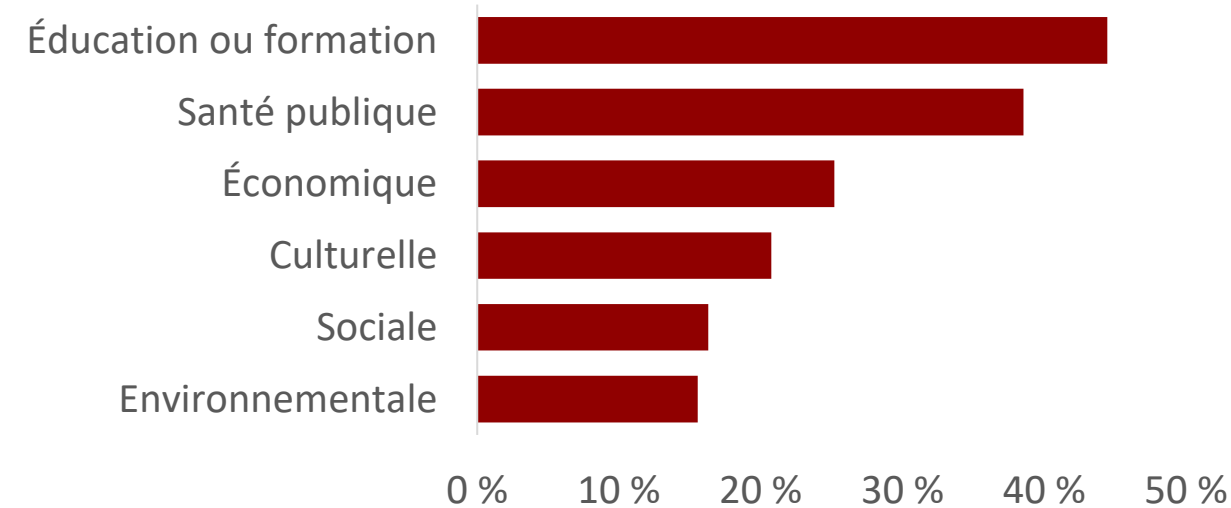
Efficacité

**Constataion n° 12 :** Les données probantes témoignent de la contribution du CIFAR aux changements dans les politiques publiques, de son influence sur les programmes universitaires et de sa création d'entreprises et de produits commerciaux.

## La recherche du CIFAR a contribué à la réalisation d'avantages sociaux et économiques pour les Canadiens.

L'examen de la littérature a permis de découvrir qu'étant donné que la recherche fondamentale accélère l'innovation, il y a une probabilité accrue de rendements économiques. Cependant, il est souvent difficile de déterminer les avantages économiques exacts de la recherche fondamentale, car il est difficile de séparer les niveaux de financement entre la recherche fondamentale et la recherche appliquée<sup>59</sup>. Cela dit, la nouvelle technologie est tributaire des avancées de la recherche fondamentale, et il existe une interdépendance entre les points forts de l'industrie à l'échelle nationale et les points forts de la recherche fondamentale<sup>60</sup>.

Étant donné l'accent mis sur la recherche fondamentale dans les activités de base du CIFAR, les résultats économiques et sociaux sont difficiles à prévoir. Le sondage d'évaluation a néanmoins confirmé que le CIFAR a aidé à encourager l'innovation et à procurer des avantages sociaux et économiques à la société. À la question « Comment? », la majorité des répondants du programme des activités de base (87 %) ont répondu que leur recherche avait permis la formulation de nouvelles questions ou d'idées à étudier, tandis que 72 % ont indiqué que leur recherche avait entraîné des progrès considérables dans la recherche fondamentale, 25 % mentionnant expressément que leur recherche avait influencé ou changé le programme universitaire (p. ex., nouveaux cours ou programmes de cours). Les répondants ont indiqué que le grand public (56 %), puis les entreprises et industries du secteur privé (39 %) ainsi que le gouvernement fédéral (39 %) étaient les principaux bénéficiaires de ces résultats, les avantages étant principalement liés à l'éducation et à la formation (44 %), à la santé publique (39 %) et à l'économie (25 %) (voir la **figure 21**).



**Figure 21 :** La description par les chercheurs de la nature de l'application pratique la plus importante découlant de leur recherche (pourcentage de répondants)

Les données sur les programmes ont révélé des résultats semblables, la majorité des extrants qui ne concernent pas uniquement la recherche étant liés à l'influence sur les programmes universitaires ou les politiques publiques, ainsi qu'au démarrage d'entreprises et à la commercialisation d'idées. Les personnes interrogées ont également confirmé que les répercussions ont tendance à porter sur la façon dont la recherche sera menée à l'avenir et ensuite, indirectement, sur les politiques.

### Fait saillant de l'étude de cas

*L'étude de cas de Réseaux génétiques a donné des exemples de résultats sur le plan social et celui des politiques publiques, notamment l'aide à la rédaction du projet de loi S-201 (Loi visant à interdire et à prévenir la discrimination génétique) et l'établissement d'un consortium international sur le séquençage génomique.*

## Pertinence

## Rendement

## Efficacité

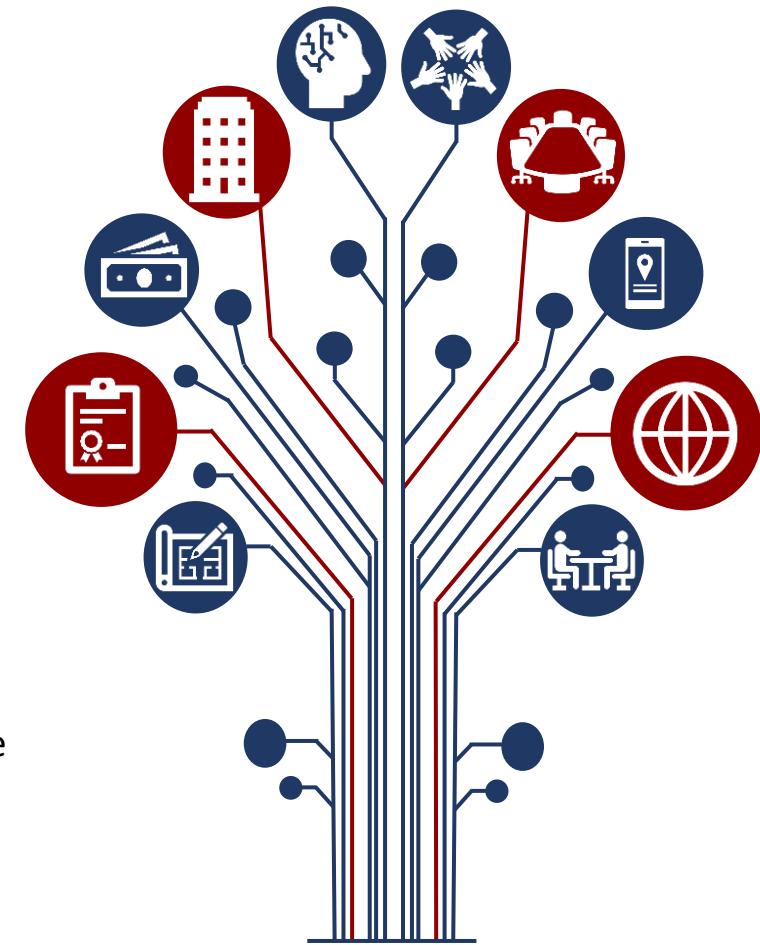
### La SPMIA a renforcé la position du Canada dans le domaine de l'IA et accru l'emploi de l'IA au service du bien commun.

L'examen de la littérature a permis de constater que les investissements effectués à ce jour par le gouvernement fédéral dans le cadre de la SPMIA ont déjà donné des rendements, en plus de renforcer la notoriété internationale du Canada en matière d'IA. Il y a un certain nombre d'entreprises en IA qui sont nées ou ont ouvert des bureaux au Canada, notamment Integrate AI, ROSS Intelligence, le laboratoire de recherche DeepMind de Google, et bien d'autres<sup>61</sup>. Les personnes interrogées ont également mentionné qu'en matière de politique publique, le Canada a été un chef de file de l'élaboration de politiques en IA à l'échelle internationale. À titre d'exemple, le CIFAR a été l'hôte d'une table ronde et d'un groupe de discussion en janvier 2020, en partenariat avec ISDE et le Département d'État des États-Unis, dans le but d'examiner une politique publique innovatrice d'élaboration de stratégies concurrentielles en matière d'IA pour favoriser la croissance économique, tout en atténuant les risques sociétaux possibles pour les deux pays. Parmi d'autres exemples, mentionnons l'aide apportée par le CIFAR au Conseil consultatif en matière d'intelligence artificielle du gouvernement du Canada dans le cadre des consultations, pour rejoindre les groupes d'intervenants et organiser des tables rondes de discussion sur l'élaboration de politiques nationales en matière d'IA.

Les entrevues et les études de cas ont également montré un recours accru à l'IA dans le système de soins de santé, dont des exemples évidents de la façon dont l'IA a été déployée pour aider dans le contexte de la COVID-19, notamment en appuyant la recherche des contacts, en élaborant des modèles de prévision des cas et en aidant à identifier les candidats-médicaments.

### L'écosystème de l'IA a enregistré une croissance depuis le lancement de la SPMIA.

Les entrevues, les documents et les études de cas ont également témoigné de la croissance de l'écosystème de l'IA depuis l'établissement de la SPMIA. À titre d'exemple, la commercialisation de l'IA a entraîné une croissance rapide de l'emploi d'une main-d'œuvre qualifiée dans l'ensemble des postes en technologie (3,6 % entre 2018 et 2019)<sup>63</sup>. De plus, l'examen de la documentation a montré que depuis la mise en œuvre de la SPMIA, les investissements étrangers directs dans la technologie de l'information et des communications (TIC) du Canada ont augmenté de 50 % de 2017 à 2019. Depuis 2017, plus de 45 entreprises ont investi dans des laboratoires de recherche en IA au Canada. L'écosystème des entreprises en démarrage en IA s'est aussi développé considérablement et a bénéficié de la présence d'importantes entreprises spécialisées dans la technologie. En 2019, le financement total des entreprises en démarrage en IA a dépassé 600 millions de dollars, ce qui représente une augmentation de 2,3 fois depuis 2017<sup>64</sup>.



## Pertinence

## Rendement

## Efficacité

### Les activités du programme de base du CIFAR et de la SPMIA ont contribué à la réalisation des résultats commerciaux grâce à la propriété intellectuelle et aux entreprises dérivées.

En ce qui concerne les résultats commerciaux pour le CIFAR, le sondage d'évaluation a montré qu'au cours de la période couverte par l'évaluation, les types les plus communs de demandes de propriété intellectuelle (PI) présentées par les membres du programme des activités de base portaient sur des brevets provisoires (92 demandes pour 15 répondants), suivis des brevets (72 demandes pour 22 répondants) et des droits d'auteur (35 demandes pour 2 répondants). Au moment du sondage, bon nombre des demandes de PI avaient été acceptées, dont 49 demandes de brevet, 46 demandes de brevet provisoire et toutes les demandes de droit d'auteur (35 demandes). En outre, 10 % des répondants ont indiqué avoir conclu un contrat de licence qui repose sur la PI liée à leur recherche, et 10 % des répondants ont indiqué avoir créé une entreprise dérivée de leur recherche.

Les études de cas ont également mis en lumière quelques résultats commerciaux particuliers engendrés par les programmes de recherche de base. Par exemple, les produits et technologies élaborés et commercialisés par les chercheurs membres du programme Réseaux génétiques incluaient un nouvel algorithme, une bibliothèque de génomes et de nouvelles méthodes et procédures pour découvrir de nouvelles cibles thérapeutiques. Un certain nombre d'entreprises dérivées ont également été mentionnées, dont cinq entreprises citées comme exemples : l'une d'elles est Deep Genomics, une entreprise issue de recherches menées à l'Université de Toronto lancée en 2015 et dirigée par un boursier principal du CIFAR. Les rapports des médias montrent que l'entreprise a connu un grand succès et qu'en date de 2021, elle avait recueilli 180 millions de dollars américains auprès d'investisseurs nationaux et étrangers<sup>65</sup>.

**29 %**  
des répondants de la SPMIA, soit 15 des 52 répondants, ont indiqué qu'au moins une demande de PI découlant de leur recherche avait été présentée ou acceptée.



Quant à la SPMIA, le sondage d'évaluation a aussi affiché des résultats solides pour la PI. Les demandes les plus courantes portaient sur des brevets (29 demandes pour 13 répondants), suivies des brevets provisoires (6 demandes pour 4 répondants). Au moment du sondage, de nombreuses demandes de PI avaient été acceptées, dont 16 demandes de brevet et 4 demandes de brevet provisoire. De plus, 9 des 52 répondants (18 %) ont indiqué avoir créé une entreprise dérivée de leur recherche, et 6 des 52 répondants (12 %) ont indiqué avoir conclu un contrat de licence fondé sur la PI liée à leur recherche.

Les études de cas des instituts nationaux d'IA ont également enregistré de solides résultats liés à la création d'entreprises. Par exemple, en 2020-2021, 46 entreprises en démarrage étaient membres de Mila, dont 16 avaient été créées dans cet institut<sup>66</sup>.

**18 %**  
des répondants du CIFAR, soit 30 des 167 répondants, ont indiqué qu'au moins une demande de PI découlant de leur recherche avait été présentée ou acceptée.



Pertinence

Rendement

**Efficacité**

**Constataion n° 13** : Le modèle de financement du CIFAR est efficace. Il a été mentionné que le CIFAR est réceptif, offre une certaine souplesse quant à l'utilisation des fonds et permet l'évolution de la recherche. Grâce à la SPMIA, le CIFAR a aussi aidé à faire progresser la coordination nationale entre les instituts nationaux d'IA.

## **Le financement du CIFAR permet d'adopter une approche souple à l'égard de la recherche.**

La majorité des personnes interrogées ont souligné que le modèle du CIFAR est efficace, sans que d'autres modes d'octroi du financement soient suggérés. Certaines des caractéristiques qui contribuent à cette efficacité sont la petite taille de l'organisation et l'agilité qu'elle peut employer pour réagir et s'ajuster – comme en témoigne le déploiement du Fonds de lutte contre la COVID-19. Parmi les autres éléments mentionnés comme efficaces, il y a les questions ouvertes, qui permettent aux chercheurs de se laisser guider par la stimulation intellectuelle, de remettre en question les idées et de présenter les réflexions approfondies qui émanent du groupe de chercheurs. Les personnes interrogées ont également indiqué qu'ISDE assure la gestion de l'accord de contribution de manière efficace, que la supervision est adéquate et que la relation de travail avec le personnel d'ISDE est bonne.

Les résultats du sondage d'évaluation ont aussi étayé l'efficacité du modèle. On a demandé aux répondants du programme des activités de base qui avaient reçu un financement du gouvernement du Canada d'évaluer l'efficacité des processus du CIFAR comparativement à ceux où ils recevaient du financement directement du gouvernement du Canada. La majorité des répondants ont indiqué que les processus du CIFAR sont très efficaces comparativement au soutien direct, tout particulièrement en ce qui concerne la souplesse accordée à l'égard de l'utilisation du financement, la souplesse pour permettre l'évolution de la recherche, de même que les processus de demande et d'approbation.

## **Les activités de la SPMIA ont facilité la coordination entre les instituts nationaux d'IA.**

En ce qui concerne la SPMIA, les personnes interrogées ont généralement indiqué que le modèle est efficace, la petite équipe du CIFAR responsable de la gestion de la SPMIA étant en mesure d'assurer une coordination efficace entre les instituts nationaux d'IA. Les instituts nationaux d'IA ont aussi rapporté de bonnes relations de travail avec le CIFAR.



La majorité des répondants du CIFAR interrogés par ISDE ont mentionné que les **processus du CIFAR sont très efficaces** si on les compare au soutien direct, la souplesse dans l'utilisation du financement (81 % des répondants ou 47 sur 58) et la souplesse pour permettre l'évolution de la recherche (79 % des répondants ou 46 sur 58) étant les éléments les plus efficaces.



# Constataions (activités de base) – Administration

Pertinence

Rendement

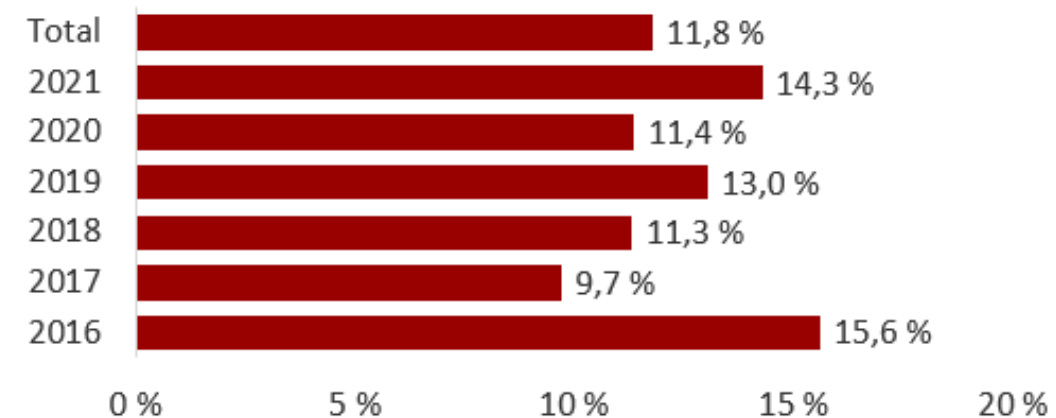
**Efficacité**

**Constataion n° 14 :** Les frais administratifs du CIFAR ont diminué si on les compare aux frais des cinq années précédentes. Les frais administratifs du CIFAR étaient généralement moins élevés par rapport aux comparateurs désignés. Le financement d’ISDE a aidé à mobiliser des investissements supplémentaires. Pour le CIFAR, le financement d’autres sources a fluctué pendant la période couverte par l’évaluation, et il y a notamment eu certaines baisses du soutien provincial.

## Dans l’ensemble, le CIFAR a utilisé efficacement les ressources pour produire des résultats.

Les frais administratifs des activités de base du CIFAR ont été calculés en tant que pourcentage des dépenses pour les coûts non liés au programme par rapport aux dépenses totales (moins ceux de la SPMIA). Le taux annuel a varié entre un maximum de 14,3 % en 2021 et un minimum de 9,7 % en 2017, le taux global pour la période étant de 11,8 %. Les frais administratifs étaient généralement inférieurs à ceux observés lors de la dernière évaluation de programme (fourchette de 13 % à 16 %, moyenne de 14 %) (voir la **figure 22**).

La Stratégie de mesure du rendement du CIFAR établit une comparaison détaillée des coûts opérationnels avec d’autres organisations similaires canadiennes et américaines à titre d’indicateur de rendement sur les plans de l’économie et de l’efficacité, et énumère cinq organisations aux activités et mandats similaires à titre de comparateurs possibles. Les données de quatre des organisations étaient accessibles au public, avec certaines restrictions (c.-à-d. que les données de l’année dernière n’étaient disponibles que pour une organisation, et les données de deux années seulement pour un institut). Toutes les données disponibles ont été incluses dans l’analyse, laquelle montre que les frais administratifs du CIFAR (moins ceux de la SPMIA) sont généralement inférieurs à ceux des comparateurs. L’organisation dont le taux des coûts opérationnels est le plus proche de celui du CIFAR (9,1 %) avait un revenu annuel environ trois fois plus élevé que celui du CIFAR. Cependant, compte tenu des différences dans les modèles opérationnels, il est difficile d’établir des comparaisons directes. Par exemple, les trois comparateurs dont les frais administratifs sont supérieurs à 20 % comportent tous des lieux physiques où des recherches peuvent être menées. Un élément qui explique l’efficacité plus élevée du CIFAR est probablement son modèle virtuel – les chercheurs mènent des recherches à leur établissement d’attache – comparativement à une plus grande dépendance des autres organisations à l’égard de lieux physiques.



**Figure 22 :** Frais administratifs du CIFAR de 2016 à 2021 (moins ceux de la SPMIA)

# Constatactions (activités de base) – Levier

Pertinence

Rendement

Efficacité

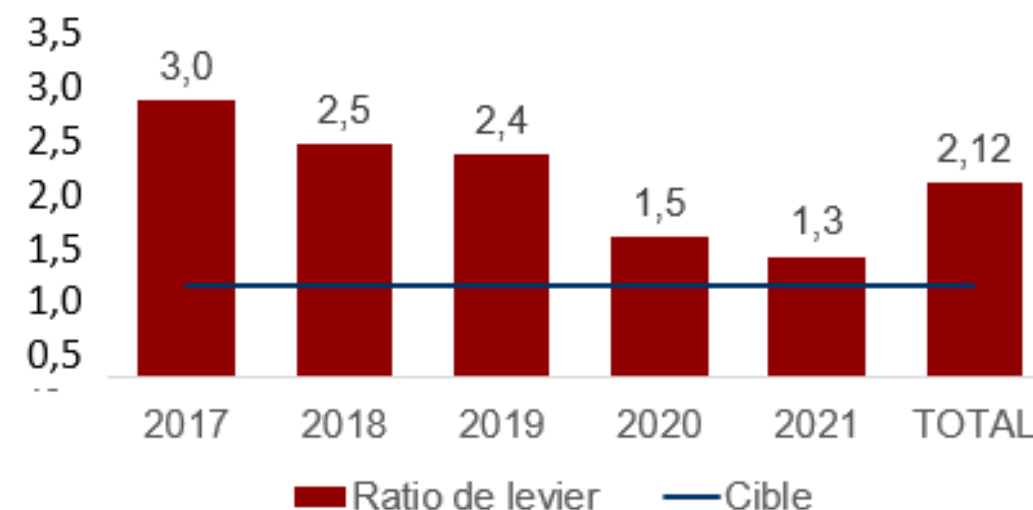
## Le CIFAR et les instituts nationaux d'IA ont réussi à obtenir du financement auprès d'autres sources.

Les données sur les programmes indiquent que les activités de base du CIFAR ont permis d'obtenir du financement auprès d'autres sources. La cible de levier financier (1 : 1) a été systématiquement dépassée pour chaque année de la période couverte par l'évaluation, le résultat atteignant un sommet de 3,0 en 2017 et enregistrant un plancher de 1,3 en 2021 (seulement neuf mois de données en raison des changements à l'exercice financier). Le ratio de levier global pour la période était de 2,1 (voir la **figure 23**).

Les personnes interrogées du CIFAR ont souligné que le financement d'ISDE contribue considérablement à leur capacité d'obtenir du financement d'autres sources; cela a également été mentionné à titre d'élément efficace du modèle de financement. Ces personnes ont mentionné que le financement d'ISDE est un vote de confiance et qu'il serait difficile d'obtenir le même niveau de soutien sans cela. Le financement d'ISDE donne également de la crédibilité au CIFAR lors de la mobilisation de philanthropes ou de partenaires internationaux. Une personne interrogée a également mentionné que le fait de savoir que le CIFAR jouit du soutien du gouvernement permet à l'organisation de soutenir des recherches à haut risque et à rendement élevé qui, ultimement, vont permettre des percées majeures, comme en IA.

En examinant le financement total par source pour la période couverte par l'évaluation, on constate que le soutien du gouvernement fédéral aux activités de base du CIFAR représentait la plus grande part du financement (32,0 %), suivi du financement du secteur privé (26,8 %) et du financement provincial (24,2 %). De plus, les partenariats (organismes de recherche et universités) représentaient une part de 10,7 % au cours de cette période, mais le niveau de financement annuel est en baisse, ce qui s'explique principalement par l'arrivée à terme d'un accord important. Cet accord pourrait toutefois être renouvelé. Le financement provincial a également diminué, principalement en raison de la résiliation d'un accord provincial quinquennal. Le soutien du secteur privé est demeuré relativement constant, alors que le soutien du fédéral a augmenté. La croissance la plus importante a été observée pour le revenu d'investissement; cependant, cette source représente la plus petite part du financement (6,2 %).

Bien que la SPMIA n'ait pas de cible de levier, de nombreuses personnes interrogées estimaient aussi que le financement d'ISDE était essentiel à l'obtention du soutien financier des provinces, entreprises et autres parties prenantes. De nombreuses personnes interrogées ont mentionné qu'il aurait été plus difficile d'obtenir ce financement sans le soutien d'ISDE, et que l'investissement du secteur privé s'explique par le soutien financier du gouvernement fédéral accordé à la SPMIA.



**Figure 23** : CIFAR – Le ratio de levier (2017 à 2021) exclut la SPMIA



Pertinence

Rendement

Efficacité

**Constatation n° 15 :** Bien que le CIFAR ait pris des mesures concrètes pour intégrer l’aspect équité, diversité et inclusion à sa structure organisationnelle et dans la prestation de ses programmes, il reste encore nécessaire d’offrir un plus grand nombre de possibilités aux groupes sous-représentés des programmes de recherche. Des possibilités d’améliorer la collecte de données sur l’EDI devraient aussi être examinées.

**Le CIFAR a fait de l’EDI une priorité, mais la proportion des groupes sous-représentés dans les programmes de recherche est faible.**

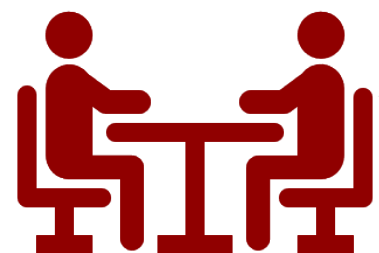
Les documents de programme et les entrevues ont permis de révéler la prise d’un certain nombre de mesures par le CIFAR au cours de la période couverte par l’évaluation afin d’inclure les considérations liées à l’EDI dans sa structure organisationnelle et la prestation de ses programmes. Parmi les mesures principales, mentionnons les suivantes :

- l’approbation d’un plan d’action en matière d’EDI en avril 2020 et l’embauche d’un responsable de l’EDI pour superviser la mise en œuvre;
- la création d’un comité de lutte contre le racisme et l’offre de formation au personnel;
- le renouvellement des membres du conseil d’administration, en mettant l’accent sur l’EDI;
- la participation au défi 50–30 d’ISDE (voir l’encadré);
- l’intégration des considérations liées à l’EDI dans l’Appel à idées mondial 2021 du CIFAR;
- l’établissement de cibles internes visant les groupes en quête d’équité pour chaque programme de recherche.

#### **Le Défi 50–30 au CIFAR**

*Au niveau organisationnel, depuis 2021, 60 % de la haute direction et du conseil d’administration du CIFAR s’identifient comme femmes ou de genre non binaire, et 25 % s’identifient comme membres de groupes sous-représentés en quête d’équité, ce qui témoigne des progrès positifs réalisés par rapport au Défi 50–30.*

Du point de vue des programmes et des activités, de nombreuses personnes interrogées ont souligné que le CIFAR accomplit un bon travail, et le programme Chercheurs mondiaux a souvent été mentionné comme exemple. Il a également été souligné que le CIFAR a précisé davantage les exigences liées à l’EDI pour ses programmes et activités – par exemple, pour le recrutement des chercheurs mondiaux et l’Appel à idées mondial 2021 du CIFAR. Alors que les données de programme présentées précédemment ont révélé des résultats solides en matière d’EDI pour les chercheurs mondiaux et, dans une certaine mesure, les titulaires de chaire en IA Canada-CIFAR, les données sur les membres des programmes de recherche indiquent que les efforts devraient se poursuivre pour garantir que des possibilités soient offertes aux chercheurs de groupes sous-représentés. La collecte régulière de données sur l’EDI au sein du PHQ qui participe aux programmes et activités du CIFAR serait également utile pour aider à évaluer la mesure dans laquelle les stagiaires soutenus représentent un groupe d’étudiants équitable, diversifié et inclusif.






**Recommandation n° 2 :** Le SSR d’ISDE devrait œuvrer avec le CIFAR en vue de poursuivre ses efforts d’intégration de l’aspect équité, diversité et inclusion (EDI) au sein de l’organisation et dans la prestation de ses programmes. Une attention particulière doit être accordée à l’accroissement des possibilités offertes aux groupes sous-représentés au sein des programmes de recherche et à l’assurance de la collecte régulière de données sur l’EDI pour les chercheurs et le personnel hautement qualifié (PHQ).

# ✓ Conclusions



- Résumé de l'évaluation

# Résumé de l'évaluation

Trois constatations présentaient la pertinence et la nécessité d'appuyer la recherche fondamentale, ainsi que la complémentarité des organisations telles que le CIFAR au sein de l'environnement de recherche du Canada.

-  **Constatation n° 1 (activités de Base) :** Il y a une nécessité continue pour le gouvernement du Canada d'appuyer la recherche fondamentale afin de faire progresser l'innovation et de procurer des avantages sociaux et économiques au Canada. Le CIFAR répond à cette nécessité en réunissant les meilleurs chercheurs de toutes les disciplines et du monde entier, et en mettant en place les conditions qui aboutissent à des collaborations fructueuses.
-  **Constatation n° 2 (SPMIA) :** La SPMIA répond à la nécessité d'appuyer la recherche en IA au Canada grâce au renforcement de la position du Canada en tant que chef de file mondial en IA. Il y a une nécessité continue pour le gouvernement du Canada d'appuyer la recherche en IA pour que le pays maintienne son leadership et sa capacité concurrentielle à l'échelle mondiale.
-  **Constatation n° 3 (activités de base et SPMIA) :** L'appui au CIFAR contribue aux efforts d'investissement du gouvernement dans les sciences et la recherche, et s'ajoute à d'autres investissements de l'écosystème de la recherche. La pandémie a permis de souligner davantage l'importance d'un écosystème de la recherche solide et collaboratif.

Neuf constatations ont témoigné de l'efficacité du CIFAR au chapitre de l'avancement de la création du savoir interdisciplinaire, en appuyant la croissance à long terme de la prochaine génération de chercheurs et en stimulant les répercussions sociétales grâce à la mobilisation du savoir.

-  **Constatation n° 4 (activités de base) :** Le CIFAR a contribué à l'avancement de la création du savoir interdisciplinaire grâce à la détermination et à la sélection des programmes de recherche. **Le financement du CIFAR s'est avéré déterminant pour la recherche et a contribué à l'obtention d'un financement supplémentaire auprès d'autres sources.** Le CIFAR a appuyé des chercheurs émérites et a contribué à l'amélioration de la coordination sur le plan des atouts bien établis en matière de recherche du Canada.
-  **Constatation n° 5 (activités de base et SPMIA) :** Par l'entremise de ses programmes de recherche de base et des activités connexes, le CIFAR a contribué à accroître la **collaboration entre les chercheurs à l'échelle nationale et internationale.** Grâce à la SPMIA, le CIFAR a également aidé à faire progresser la **collaboration nationale et interdisciplinaire**, les instituts nationaux d'IA (Amii, Vector, Mila) jouant un rôle clé pour réunir les chercheurs du milieu universitaire, de l'industrie et d'autres secteurs.

# Résumé de l'évaluation



**Constatation n° 6 (activités de base) :** CIFAR a appuyé le développement de la prochaine génération de chercheurs par l'entremise du programme Chercheurs mondiaux, de la participation des étudiants à divers cours d'été et d'hiver, ainsi que de l'inclusion des étudiants aux réunions des programmes de recherche.



**Constatation n° 7 (SPMIA) :** La SPMIA soutient l'évolution de la prochaine génération de chercheurs grâce au recrutement et au maintien en poste des titulaires de chaire en IA Canada-CIFAR, qui attirent à leur tour des étudiants et enseignent à la prochaine génération de chercheurs en IA aux instituts d'IA et par l'entremise de programmes de formation.



**Constatation n° 8 (activités de base et SPMIA – liée à la recommandation n° 2) :** Les personnes interrogées et les répondants au sondage étaient généralement d'accord avec le fait que le CIFAR réussit à bien appuyer le perfectionnement des connaissances et des compétences du personnel hautement qualifié (PHQ), et qu'il soutient un groupe de PHQ qui est caractérisé par l'équité, la diversité et l'inclusion (EDI). Parmi les possibilités d'amélioration, il y avait l'apport d'un soutien supplémentaire au niveau postdoctoral, le développement plus approfondi de l'EDI au sein de la réserve de talents en faisant participer un plus grand nombre d'étudiants du secondaire et du premier cycle, ainsi que la collecte systématique de données sur l'EDI.



**Constatation n° 9 (activités de base et SPMIA) :** La souplesse et l'agilité du CIFAR lui ont permis de réorienter certaines de ses activités afin d'appuyer la réponse à la pandémie. La transition à un environnement virtuel a également fourni des occasions d'accroître la participation aux activités. En outre, la pandémie a mis en lumière des possibilités d'appuyer la santé publique grâce à des applications en IA.



**Constatation n° 10 (activités de base et SPMIA – liée à la recommandation n° 1) :** Par l'intermédiaire de ses publications et activités de mobilisation du savoir, le CIFAR a réussi à faire connaître les résultats de ses programmes de recherche de base à des chefs de file, à des universitaires et, dans une certaine mesure, au grand public. Des problèmes de qualité des données ont cependant été relevés en ce qui concerne les données autodéclarées, notamment des valeurs élevées et un double comptage.



**Constatation n° 11 (SPMIA) :** La SPMIA a réussi à mobiliser le savoir en vue d'appuyer le développement responsable de l'IA. Les activités de diffusion des connaissances ont également fait connaître les résultats de la recherche en IA à un public élargi, ce qui a entraîné l'augmentation des programmes et du financement pour appuyer le déploiement des technologies en IA au sein de divers secteurs et industries.



**Constatation n° 12 (activités de base et SPMIA) :** Les données probantes témoignent de la contribution du CIFAR aux changements dans les politiques publiques, de son influence sur les programmes universitaires et de son rôle dans la création d'entreprises et de produits commerciaux.

# Résumé de l'évaluation

Trois constatations ont mis en lumière la mesure dans laquelle le modèle de financement du CIFAR constitue une approche efficace pour ce qui est du renforcement de l'environnement de recherche canadien.



**Constatation n° 13 (activités de base et SPMIA) :** Le modèle de financement du CIFAR est efficace. Il a été mentionné que le CIFAR est réceptif, offre une certaine souplesse quant à l'utilisation des fonds et permet l'évolution de la recherche. Grâce à la SPMIA, le CIFAR a aussi aidé à faire progresser la coordination nationale entre les instituts nationaux de la SPMIA.



**Constatation n° 14 (activités de base) :** Les frais administratifs du CIFAR ont diminué si on les compare aux frais des cinq années précédentes. Les frais administratifs du CIFAR étaient généralement moins élevés par rapport aux comparateurs désignés. Le financement provenant d'ISDE a aidé à mobiliser des investissements supplémentaires. Pour le CIFAR, le financement d'autres sources a fluctué pendant la période couverte par l'évaluation, et il y a notamment eu certaines baisses du soutien provincial.



**Constatation n° 15 (activités de base et SPMIA - liée à la recommandation n° 2) :** Bien que le CIFAR ait pris des mesures concrètes pour intégrer l'aspect équité, diversité et inclusion à sa structure organisationnelle et dans la prestation de ses programmes, il reste encore nécessaire d'offrir un plus grand nombre de possibilités aux groupes sous-représentés des programmes de recherche. Des possibilités d'améliorer la collecte de données sur l'EDI devraient aussi être examinées.

Deux recommandations ont été émises à la suite de l'évaluation, découlant de l'évaluation du rendement et de l'efficacité, et appuyées par de multiples éléments de preuve.

## Rendement



**Recommandation n° 1 :** Le Secteur des sciences et de la recherche (SSR) d'ISDE et le CIFAR devraient envisager des possibilités d'améliorer la rigueur des données de mesure du rendement en ce qui a trait aux publications. Des examens d'assurance de la qualité pourraient être ajoutés afin de traiter les valeurs anormales, et il serait aussi possible d'explorer l'utilisation des données externes pour éviter le double comptage des publications conjointes.

## Efficacité



**Recommandation n° 2 :** Le SSR d'ISDE devrait œuvrer avec le CIFAR en vue de poursuivre ses efforts d'intégration de l'aspect équité, diversité et inclusion (EDI) au sein de l'organisation et dans la prestation de ses programmes. Une attention particulière doit être accordée à l'accroissement des possibilités offertes aux groupes sous-représentés au sein des programmes de recherche et à l'assurance de la collecte régulière de données sur l'EDI pour les chercheurs et le personnel hautement qualifié (PHQ).



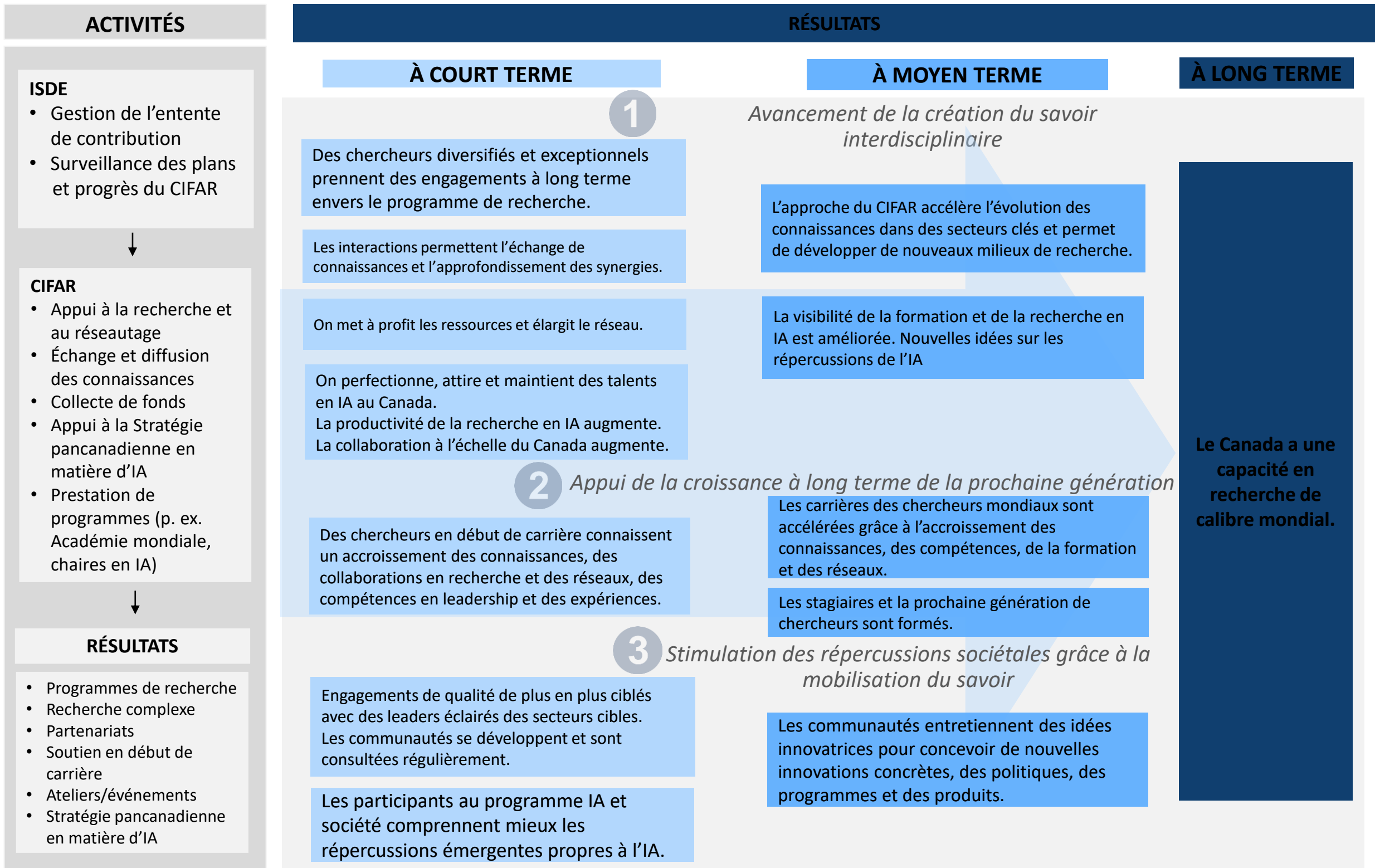


# Annexes

- Annexe A : Modèle logique
- Annexe B : Dépenses en fonction du réseau de recherche
- Annexe C : Points saillants de la recherche du CIFAR
- Annexe D : Notes

# Annexe A : Modèle logique

L'évaluation du financement d'ISDE pour le CIFAR (activités de base et SPMIA) était basée sur les résultats du modèle logique ci-dessous.





# Annexe B : Dépenses par programme de recherche

|   | 2016          | 2017          | 2018          | 2019          | 2020          | 2021         | TOTAL         | (%)          |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| <b>Vie et santé</b>                                     | <b>1 829</b>  | <b>1 963</b>  | <b>2 221</b>  | <b>2 292</b>  | <b>1 994</b>  | <b>1 004</b> | <b>11 303</b> | <b>14,3</b>  |
| Règne fongique : menaces et possibilités                | 0             | 0             | 0             | 0             | 641           | 474          | 1 115         |              |
| Réseaux génétiques                                      | 611           | 664           | 678           | 656           | (2)           | 34           | 2 641         |              |
| Microbiome humain                                       | 602           | 720           | 886           | 840           | 814           | 496          | 4 358         |              |
| Architecture moléculaire de la vie                      | 616           | 579           | 657           | 796           | 541           | 0            | 3 189         |              |
| <b>Individus et société</b>                             | <b>3 743</b>  | <b>4 444</b>  | <b>4 276</b>  | <b>4 297</b>  | <b>3 055</b>  | <b>2 227</b> | <b>22 042</b> | <b>27,9</b>  |
| Cerveau, esprit et conscience                           | 679           | 881           | 1 634         | 1 897         | 1 239         | 752          | 7 082         |              |
| Frontières, groupes et appartenance                     | 0             | 0             | 0             | 0             | 528           | 420          | 948           |              |
| Développement du cerveau et de l'enfant                 | 751           | 1 119         | 1 002         | 894           | 681           | 594          | 5 041         |              |
| Innovation, équité et avenir de la prospérité           | 0             | 0             | 0             | 0             | 482           | 460          | 942           |              |
| Institutions, organisations et croissance               | 745           | 851           | 833           | 816           | 68            | 0            | 3 313         |              |
| Interactions sociales, identité et mieux-être           | 832           | 777           | 47            | (2)           | 0             | 0            | 1 654         |              |
| Bien-être collectif                                     | 736           | 816           | 760           | 692           | 57            | 1            | 3 062         |              |
| <b>Terre et espace</b>                                  | <b>1,584</b>  | <b>1,500</b>  | <b>977</b>    | <b>824</b>    | <b>1,230</b>  | <b>889</b>   | <b>7,004</b>  | <b>8,9</b>   |
| Terre 4D : Science et exploration du sous-sol           | 0             | 0             | 0             | 0             | 477           | 378          | 855           |              |
| Extrême univers et gravité                              | 799           | 826           | 809           | 814           | 753           | 511          | 4,512         |              |
| Biodiversité microbienne intégrée                       | 785           | 674           | 168           | 10            | 0             | 0            | 1,637         |              |
| <b>Information et matière</b>                           | <b>3 357</b>  | <b>3 879</b>  | <b>3 982</b>  | <b>3 978</b>  | <b>2 480</b>  | <b>1 734</b> | <b>19 410</b> | <b>24,6</b>  |
| Énergie solaire bio-inspirée                            | 776           | 885           | 808           | 745           | 589           | 403          | 4 206         |              |
| Apprentissage automatique, apprentissage biologique     | 796           | 1 035         | 1 211         | 1 250         | 743           | 440          | 5 475         |              |
| Informatique quantique                                  | 788           | 846           | 829           | 849           | 502           | 344          | 4 158         |              |
| Matériaux quantiques                                    | 997           | 1 113         | 1 134         | 1 134         | 646           | 547          | 5 571         |              |
| <b>Appui au programme</b>                               | <b>3 254</b>  | <b>4 287</b>  | <b>3 705</b>  | <b>3 195</b>  | <b>2 650</b>  | <b>2 167</b> | <b>19 258</b> | <b>24,4</b>  |
| <b>Total des dépenses liées à la création du savoir</b> | <b>13 767</b> | <b>16 073</b> | <b>15 161</b> | <b>14 586</b> | <b>11 409</b> | <b>8 021</b> | <b>79 017</b> | <b>100,0</b> |



## Annexe C : Points saillants de la recherche du CIFAR

Depuis sa constitution en 1982, le CIFAR a eu une incidence importante sur la façon dont le monde comprend des questions cruciales telles que l'évolution de la Terre, le développement du cerveau et la petite enfance, l'intelligence artificielle, l'édification de sociétés plus fortes, et beaucoup d'autres. Les exemples ci-dessous illustrent certaines des contributions majeures des chercheurs du CIFAR.

### Au cours des deux dernières décennies, les chercheurs du CIFAR ont :

- Établi les interactions génétiques des cellules de levure, ce qui aide à expliquer les maladies qui mettent en cause l'interaction de plusieurs gènes. (*Réseaux génétiques, de 2005 à 2019*)
- Dirigé le développement d'une « architecture d'apprentissage profond » pour les réseaux de neurones artificiels afin de rendre l'informatique considérablement plus efficace. (*Apprentissage automatique, apprentissage biologique, de 2004 à aujourd'hui*)
- Créé des commutateurs microscopiques qui se comportent comme des transistors au silicium, ce qui ouvre la voie à des puces et circuits plus puissants et efficaces. (*Informatique quantique, de 2002 à aujourd'hui*)
- Mis à l'essai la supraconductivité à température élevée et son potentiel énorme pour la transmission du courant, l'imagerie médicale et les communications sans fil. (*Matériaux quantiques, de 1987 à aujourd'hui*)
- Établi des prévisions plus précises sur le changement du niveau de la mer en raison de la fonte des nappes glaciaires de l'Antarctique. (*Évolution du système terrestre, de 1992 à 2014*)
- Réalisé des avancées importantes dans la compréhension de la façon dont les organismes vivants préservent les écosystèmes des océans et aident à réguler l'énergie, les nutriments et les cycles de gaz à effet de serre dans l'océan. (*Biodiversité microbienne intégrée, de 2007 à 2017*)
- Élaboré des modèles géophysiques qui servent à mesurer l'atmosphère des planètes dans d'autres parties de la galaxie, ainsi qu'à évaluer la possibilité de vie extra-terrestre. (*Extrême univers et gravité, de 1986 à aujourd'hui*)
- Démonstré que les échecs et réussites économiques des pays sont fortement liés aux types d'institutions établies pendant leur période coloniale. (*Institutions, organisations et croissance, de 2004 à 2020*)

Source : ICRA (2011), Accelerating Canada's Global Research Excellence : Plan stratégique de 2012 à 2017.



# Annexe D : Notes

1. Akcigit, Ufuk; Hanley, Douglas et Serrano-Velarde, Nicolas (2020). « Back to Basics: Basic Research Spillovers, Innovation Policy and Growth », *The Review of Economic Studies*, vol. 88, n° 1, p. 1-43.
2. OCDE (2013). Glossaire de termes statistiques. <https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=120> [en anglais seulement]
3. Pischke, Erin C. et coll. (2017). « Barriers and Solutions to Conducting Large International, Interdisciplinary Research Projects », *Environmental Management*, vol. 60, p. 1011-1021.
4. *Ibid.*
5. OCDE (2021). *The Digital Transformation of SMEs*, OECD Studies on SMEs and Entrepreneurship, Éditions de l'OCDE, Paris. <https://doi.org/10.1787/bdb9256a-en>
6. Deloitte (2018). Impératif de l'IA au Canada : surmonter les risques et instaurer la confiance.
7. *Ibid.*
8. Dilhac, Marc-Antoine et coll., rédacteurs (2021). Penser l'intelligence artificielle responsable : un guide de délibération, p. 10. <https://www.docdroid.com/aeZGvtw/penser-lintelligence-artificielle-responsable-un-guide-de-deliberation-pdf - page=23>
9. *Ibid.*
10. Amii, Expertise en recherche (2020). <https://www.amii.ca/research/expertise/> [EN ANGLAIS SEULEMENT]
11. Schneegans, Susan, rédactrice en chef (2015). Rapport de l'UNESCO sur la science : vers 2030, Éditions UNESCO, Paris.
12. CIFAR (2019). La recherche fondamentale est essentielle à l'innovation. <https://cifar.ca/fr/cifarnews/2019/02/11/la-recherche-fondamentale-est-essentielle-l-innovation/>
13. Comité consultatif sur l'examen du soutien fédéral à la science fondamentale (2017). *Investir dans l'avenir du Canada : consolider les bases de la recherche au pays*, Ottawa (Ont.), L'examen du Soutien fédéral aux sciences, p. 26. [http://www.sciencereview.ca/eic/site/059.nsf/vwapj/ExamenDuSoutienScience\\_avril2017-rv.pdf/\\$file/ExamenDuSoutienScience\\_avril2017-rv.pdf](http://www.sciencereview.ca/eic/site/059.nsf/vwapj/ExamenDuSoutienScience_avril2017-rv.pdf/$file/ExamenDuSoutienScience_avril2017-rv.pdf)
14. OCDE (2021). « Principaux indicateurs de la science et de la technologie », Direction de la Science, de la technologie et de l'innovation de l'OCDE. <https://www.oecd.org/sti/msti.htm> [en anglais seulement]
15. OCDE (2021). « OECD Main Science and Technology Indicators », OECD Directorate for Science, Technology and Innovation. <https://www.oecd.org/sti/msti.htm>
15. Millar, Morgan (2013). « Interdisciplinary research and the early career: The effect of interdisciplinary dissertation research on career placement and publication productivity of doctoral graduates in the sciences », *Research Policy*, volume 42, n° 5, p. 1152-1164.
16. OCDE (2020). « Addressing societal challenges using transdisciplinary research », OECD Science, Technology and Industry Policy Papers, n° 88, Éditions de l'OCDE, Paris. <https://doi.org/10.1787/0ca0ca45-en> [en anglais seulement]





# Annexe D : Notes de fin

17. Dusdal, Jennifer et Powell, Justin J.W., (2021). « Benefits, Motivations, and Challenges of International Collaborative Research: A Sociology of Science Case Study », *Science and Public Policy*, vol. 48, n° 2, p. 235-245.
18. Ibid.
19. CIFAR (2021). « Appel à idées mondial du CIFAR : l'avenir de l'être humain – Guide du programme 2021-2023 ». <https://cifar.ca/wp-content/uploads/2021/09/GlobalCall-program-final3.pdf>
20. PWC (2019). « Sizing the prize: exploiting the AI Revolution, What's the real value of AI for your business and how can you capitalise? », PwC's Global Artificial Intelligence Study (étude de PwC sur l'intelligence artificielle dans le monde). <https://www.pwc.com/gx/en/issues/analytics/assets/pwc-ai-analysis-sizing-the-prize-report.pdf> [en anglais seulement]
21. Dutton, Tim; Barron, Brent et Boskovic, Gaga (2020). « L'ère de l'IA : rapport sur les stratégies nationales et régionales en matière d'IA » (deuxième édition), CIFAR. [https://cifar.ca/wp-content/uploads/2020/05/buildinganaiworld\\_fr.pdf](https://cifar.ca/wp-content/uploads/2020/05/buildinganaiworld_fr.pdf)
22. Ibid.
23. Stanford Institute for Human-Centered Artificial Intelligence (HAI) Index. <https://aiindex.stanford.edu/vibrancy>
24. Roche Canada (2020). « Roche Canada lance le Centre national d'excellence en intelligence artificielle ». <https://www.rochecanada.com/fr/media/roche-canada-news/Roche-Canada-Launches-National-Artificial-Intelligence-Centre-of-Excellence.html>
25. Innovation, Sciences et Développement économique Canada (2021). Vision scientifique du Canada. <https://ised-isde.canada.ca/site/vision-scientifique-canada/fr>
26. Gouvernement du Canada (2021). Budget 2021, p. 167. <https://www.budget.gc.ca/2021/home-accueil-fr.html>
27. Chaires d'excellence en recherche du Canada (2021). À notre sujet. [https://www.cerc.gc.ca/about-au\\_sujet/index-fra.aspx](https://www.cerc.gc.ca/about-au_sujet/index-fra.aspx)
28. Chaires d'excellence en recherche du Canada (2020). Évaluation du Programme des chaires d'excellence en recherche du Canada et du Programme des chaires de recherche du Canada 150, p. 42. [https://www.cerc.gc.ca/about-au\\_sujet/publications/evaluation\\_2020-fra.aspx](https://www.cerc.gc.ca/about-au_sujet/publications/evaluation_2020-fra.aspx)
29. OCDE (2021). Science, technologie et innovation : Perspectives de l'OCDE 2021, *Affronter la crise et saisir les opportunités*, Éditions de l'OCDE, Paris. <https://www.oecd.org/fr/sti/science-technologie-et-innovation-perspectives-de-l-ocde-25186175.htm>
- Ibid.
30. Ibid.
32. CIFAR (2017). Strategic Plan 2017-18 to 2021-22: Advancing Excellence, Increasing Impact, p. 6 [en anglais seulement].



# Annexe D : Notes de fin

33. CIFAR (2016). Genetic Networks Program 2<sup>nd</sup> Five-Year Program Review: 2011-2016.
34. Conseil des académies canadiennes (2021). Powering Discovery: The Expert Panel on International Practices for funding Natural Science and Engineering Research. [https://cca-reports.ca/wp-content/uploads/2021/05/Powering-Discovery-Full-Report-EN\\_DIGITAL\\_FINAL.pdf](https://cca-reports.ca/wp-content/uploads/2021/05/Powering-Discovery-Full-Report-EN_DIGITAL_FINAL.pdf) [en anglais seulement]
35. CIFAR (2021). Rapport d'impact 2020-2021. [https://cifar.ca/wp-content/uploads/2021/09/CIFAR\\_ImpactReport\\_20-21\\_FR.pdf](https://cifar.ca/wp-content/uploads/2021/09/CIFAR_ImpactReport_20-21_FR.pdf)
36. Science Metrix (2021). Contribution du CIFAR au développement de la recherche en matière de matériaux quantiques – analyses bibliométriques et de réseau.
37. CIFAR (2020). Stratégie de mesure du rendement.
38. CIFAR (2020). Rapport d'impact 2019-2020, p. 52. [https://cifar.ca/wp-content/uploads/2020/11/CIFAR\\_IR\\_19-20\\_FR\\_DIGITAL.pdf](https://cifar.ca/wp-content/uploads/2020/11/CIFAR_IR_19-20_FR_DIGITAL.pdf)
39. CIFAR (2021). Groupe de travail sur l'IA au service de la santé. <https://cifar.ca/fr/ia/programme-national-dactivites/groupe-de-travail-sur-lia-au-service-de-la-sante/>
40. CIFAR (2021). Programme national de formation sur l'IA au service du bien commun. <https://cifar.ca/fr/ia/programme-national-dactivites/programme-national-de-formation-sur-lia-au-service-du-bien-commun/>
41. CIFAR-OSMO (2020). Rapport final du laboratoire au service du bien commun (document confidentiel).
42. CIFAR-OSMO (2021). Profil des anciens participants au laboratoire au service du bien commun (AI4Good).
43. CIFAR (2020). Rapport d'impact 2019-2020.
44. CIFAR-OSMO (2021). Programme d'Edmonton. <https://www.ai4goodlab.com/edmonton-program> [en anglais seulement]
45. Stathoulopoulos, Kostas et Mateos-Garcia, Juan (2019). Gender Diversity in AI Research, Nesta. [https://media.nesta.org.uk/documents/Gender\\_Diversity\\_in\\_AI\\_Research.pdf](https://media.nesta.org.uk/documents/Gender_Diversity_in_AI_Research.pdf) [en anglais seulement]
46. Statistique Canada. Tableau 37-10-0011-01, Effectifs postsecondaires, selon le domaine d'études, le régime d'études, le type de programme, le genre de sanction d'études et le genre de la personne. [https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=3710001101&request\\_locale=fr](https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=3710001101&request_locale=fr)
47. CIFAR (2020). IACan 2020 : rapport d'impact de la Stratégie pancanadienne en matière d'IA du CIFAR. <https://cifar.ca/wp-content/uploads/2020/11/IACan-2020-Rapport-dimpact-de-la-strategie-pancanadienne-en-matiere-dIA-du-CIFAR.pdf>
48. CIFAR (2021). Mesures de lutte contre la COVID-19. <https://cifar.ca/fr/mesures-de-lutte-contre-la-covid-19/>
49. CIFAR (2021). Les chercheurs du CIFAR mettent à profit l'IA dans la lutte contre la COVID-19. <https://cifar.ca/fr/cifarnews/2020/05/12/les-chercheurs-du-cifar-mettent-a-profit-lia-dans-la-lutte-contre-la-covid-19/>
50. Remarque : Ce tableau porte sur les données des activités cibles de mobilisation du savoir et n'inclut pas les activités ou événements publics qui relèvent de la SPMIA.



# Annexe D : Notes

51. Elsevier (2021) Research Intelligence - Scopus Content Coverage Guide. [https://www.elsevier.com/data/assets/pdf\\_file/0007/69451/Scopus\\_ContentCoverage\\_Guide\\_WEB.pdf](https://www.elsevier.com/data/assets/pdf_file/0007/69451/Scopus_ContentCoverage_Guide_WEB.pdf) [en anglais seulement]
52. CIFAR (2021). Stratégie pancanadienne en matière d'IA. <https://cifar.ca/fr/ai/>
53. OCDE (2020). Perspectives de l'économie numérique de l'OECD 2020, Éditions de l'OCDE, Paris. [https://www.oecd-ilibrary.org/fr/science-and-technology/perspectives-de-l-economie-numerique-de-l-ocde-2020-version-abregee\\_3b257711-fr](https://www.oecd-ilibrary.org/fr/science-and-technology/perspectives-de-l-economie-numerique-de-l-ocde-2020-version-abregee_3b257711-fr)
54. Gaon, Aviv et Stedman, Ian (2019). « A Call to Action: Moving Forward with the Governance of Artificial Intelligence in Canada », Alberta Law Review, vol. 54, n° 4.
55. Ibid.
56. CIFAR (2021). Communautés de données favorisant l'inclusion. <https://cifar.ca/fr/ia/ia-et-societe/reseaux-de-solutions-du-cifar/communautes-de-donnees-favorisant-linclusion/>
57. Amii (2021). REMI: Using AI for emissions reduction. <https://www.amii.ca/industry-solutions/remi/> [en anglais seulement]
58. Vector Institute (2021). Programme Face-to-Face (F2F). <https://vectorinstitute.ai/programs-courses/face-to-face/> [en anglais seulement]
59. Dos Remedios, Cris (2006). The value of fundamental research. Sydney: The University of Sydney. <http://iupab.org/publications/value-of-fundamental-research/> [en anglais seulement]
60. Ibid.
61. Gaon, Aviv et Stedman, Ian (2019). « A Call to Action: Moving Forward with the Governance of Artificial Intelligence in Canada », Alberta Law Review, vol. 54, n° 4.
62. Université de Montréal (2017). Déclaration de Montréal pour un développement responsable de l'intelligence artificielle. <https://www.montrealdeclaration-responsibleai.com/>
63. Accenture (2020). Rapport d'évaluation d'impact de la Stratégie pancanadienne en matière d'IA. <https://cifar.ca/wp-content/uploads/2020/11/Pan-Canadian-AI-Strategy-Impact-Assessment-Report-cover-1200x1553-fr.jpg>
64. Ibid.
65. Université de Toronto (2021). « U of T prof's AI startup, Deep Genomics, raises US\$180 million : The Globe and Mail ». <https://www.utoronto.ca/news/u-t-prof-s-ai-startup-deep-genomics-raises-us180-million-globe-and-mail> [en anglais seulement]
66. Mila (2021). Rapport d'impact 2020-2021. <https://mila.quebec/impact/#startups>