



INSTITUT CANADIEN DE RECHERCHES AVANCÉES RAPPORT D'ÉVALUATION FINAL



**DIRECTION GÉNÉRALE DE LA
VÉRIFICATION ET DE
L'ÉVALUATION
MARS 2017**

Présenté au Comité de la mesure
du rendement et de l'évaluation,
le 20 avril 2017

Approuvé par le sous-ministre
le 29 mai 2017

La présente publication est disponible en ligne à l'adresse https://www.ic.gc.ca/eic/site/ae-ve.nsf/eng/h_00351.html.

Pour obtenir un exemplaire de cette publication ou la demander dans un média substitut (p. ex. braille ou gros caractères), veuillez remplir le formulaire de demande, à l'adresse [www.ic.gc.ca/Demande de publications](http://www.ic.gc.ca/Demande_de_publications) ou communiquer avec le :

Centre de services Web
Innovation, Sciences et Développement économique Canada
Édifice C.D. Howe
235, rue Queen
Ottawa (Ontario) K1A 0H5
CANADA

Téléphone (sans frais au Canada) : 1-800-328-6189
Téléphone (Ottawa) : 613-954-5031
ATS (malentendants) : 1-866-694-8389
Heures de bureau : 8 h 30 à 17 h (heure de l'Est)
Courriel : info@ic.gc.ca

Autorisation de reproduire

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 d'Innovation, Sciences et Développement économique Canada, pourvu qu'une diligence raisonnable soit exercée afin d'assurer l'exactitude de l'information reproduite, qu'Innovation, Sciences et Développement économique Canada soit mentionné comme organisme source et que la reproduction ne soit présentée ni comme une version officielle de l'information reproduite ni comme une copie ayant été faite en collaboration avec Innovation, Sciences et Développement économique Canada ou avec son consentement.

Pour obtenir l'autorisation 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/demande-droitdauteur, ou communiquer avec le Centre de services Web aux coordonnées ci-dessus.

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre d'Innovation, Sciences et Développement économique Canada, 2017.

No de cat. lu4-220/2017F-PDF
ISBN 978-0-660-08852-5

Also available in English under the title Evaluation of the Canadian Institute for Advanced Research.

TABLE DES MATIÈRES

SOMMAIRE	i
1.0 INTRODUCTION	1
1.1 CONTEXTE DU PROGRAMME	1
1.2 DESCRIPTION DU PROGRAMME	1
1.3 GOUVERNANCE	3
1.4 RESSOURCES	4
1.5 MODÈLE LOGIQUE	4
2.0 MÉTHODOLOGIE.....	6
2.1 PORTÉE ET OBJECTIFS DE L'ÉVALUATION.....	6
2.2 MÉTHODE D'ÉVALUATION	6
2.3 QUESTIONS DE L'ÉVALUATION	6
2.4 MÉTHODES DE COLLECTE DE DONNÉES.....	7
2.5 LIMITES	8
3.0 CONSTATATIONS.....	10
3.1 PERTINENCE.....	10
3.2 RENDEMENT.....	14
4.0 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS.....	23
4.1 PERTINENCE.....	23
4.2 RENDEMENT.....	23
4.3 RECOMMANDATIONS	24
ANNEXE A : RECOMMANDATIONS DE L'ÉVALUATION PAR UN TIERS.....	25
ANNEXE B : PROGRAMMES DE RECHERCHE DE L'ICRA	27
ANNEXE C : EXEMPLES D'INCIDENCE DE LA RECHERCHE DE L'ICRA	28

LISTE DES SIGLES

DGVE	Direction générale de la vérification et de l'évaluation
ETP	Équivalent temps plein
ICRA	Institut canadien de recherches avancées
ISDE	Innovation, Sciences et Développement économique Canada
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
PIB	Produit intérieur brut
PII	Programme inclusif d'innovation
RPP	Rapport sur les plans et les priorités
S et T	Sciences et technologie
SSI	Secteur science et innovation

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 :	PORTÉE DES PROGRAMMES DE L'ICRA ET QUALITÉ DES PARTICIPANTS
TABLEAU 2 :	ACTIVITÉS DE L'ACADÉMIE MONDIALE DE L'ICRA : PORTÉE ET INCIDENCE
TABLEAU 3 :	EFFICACITÉ DES ACTIVITÉS DE DIFFUSION DE L'ICRA
TABLEAU 4 :	INCIDENCE DE L'ICRA
TABLEAU 5 :	FINANCEMENT OBTENU DU GOUVERNEMENT FÉDÉRAL

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 :	MODÈLE LOGIQUE DE L'ICRA
------------	--------------------------

ANNEXES

ANNEXE A :	RECOMMANDATIONS DE L'ÉVALUATION PAR UN TIERS
ANNEXE B :	PROGRAMMES DE RECHERCHE DE L'ICRA
ANNEXE C :	EXEMPLES D'INCIDENCE DE LA RECHERCHE DE L'ICRA

SOMMAIRE

APERÇU DU PROGRAMME

L'Institut canadien de recherches avancées (ICRA) est une société à but non lucratif indépendante qui soutient des réseaux d'éminents chercheurs canadiens et internationaux. Sa mission consiste à renforcer la capacité de recherche dans des domaines importants pour le Canada ainsi que l'environnement de recherche par la promotion de l'excellence et la mobilisation de la collectivité de recherche internationale dans les universités et dans les instituts de recherche partout dans le monde.

Depuis 1987, Innovation, Sciences et Développement économique Canada (ISDE) a versé 119 millions de dollars au financement de l'ICRA. Le budget de 2017 prévoyait un engagement financier supplémentaire de 35 millions de dollars sur 5 ans à partir de 2017-2018 ainsi que l'attribution de 125 millions de dollars à l'ICRA afin de soutenir une stratégie pancanadienne en matière d'intelligence artificielle pour le Canada.

OBJET ET MÉTHODOLOGIE DE L'ÉVALUATION

L'évaluation visait à évaluer la pertinence et le rendement de l'ICRA. L'évaluation a porté sur la période de 2012-2013 à 2015-2016 et reposait sur les résultats de l'évaluation par un tiers de l'ICRA réalisée en décembre 2015. L'évaluation comprenait 4 méthodes de collecte de données primaires, y compris un examen de documents et de la littérature, des entrevues et une analyse comparative opérationnelle.

CONSTATATIONS

Pertinence

Il faut poursuivre la recherche fondamentale financée par l'État afin de favoriser l'innovation et de procurer des avantages sociaux, environnementaux et économiques aux Canadiens. Pour ce faire, l'ICRA fait appel à des réseaux de recherche mondiaux, interdisciplinaires et collaboratifs afin d'offrir des programmes de recherche à grande échelle visant à réaliser des percées sur le plan des connaissances.

Les objectifs de l'ICRA concordent avec les priorités du gouvernement fédéral d'investir dans la recherche fondamentale et dans l'innovation. Le soutien d'ISDE à l'ICRA cadre aussi avec la responsabilité du gouvernement fédéral de favoriser la science et la technologie. En outre, le gouvernement fédéral a un rôle à jouer dans le financement de la recherche fondamentale pour répondre de façon générale aux besoins de la société.

Rendement

L'ICRA a élargi les capacités de recherche des chercheurs canadiens et internationaux en leur offrant la possibilité d'explorer de nouvelles approches de recherche et de collaborer avec les

meilleurs chercheurs du monde en personne et de façon multidisciplinaire. De plus, les chercheurs en début de carrière ont pu améliorer leurs capacités grâce à leur participation à l'ICRA.

L'institut a réussi à faciliter la recherche interdisciplinaire ainsi que la collaboration nationale et internationale, ce qui a donné lieu à des résultats de recherche importants.

L'ICRA a produit une recherche de haut calibre qui a permis de procurer des avantages sociaux et économiques aux Canadiens. En outre, les chercheurs ont produit et diffusé une quantité importante de produits d'apprentissage. Les activités de diffusion du programme ont augmenté ces dernières années et sont très prisées des participants.

Le modèle de recherche virtuel de l'institut qui consiste à servir de facilitateur pour les collaborations de recherche laisse présager des gains d'efficacité par rapport aux modèles traditionnels utilisés par d'autres organismes de recherche avancés. En outre, le programme a réussi à obtenir du financement de l'extérieur, ce qui dépasse les exigences fédérales en matière d'obtention de fonds. Il n'a pas été possible de tirer davantage de conclusions sur l'efficacité et l'économie de l'organisation en raison des limites en matière de données.

RECOMMANDATIONS

L'évaluation par un tiers a donné lieu à 6 recommandations propres à l'ICRA et elles figurent à l'annexe A. Les recommandations ont été formulées dans le cadre du Plan stratégique 2012-2017 de l'ICRA (ICRA 2.0) et sont plus générales que les résultats escomptés stipulés dans l'entente de financement d'ISDE.

Les constatations de cette évaluation permettent de dégager la recommandation suivante :

1. Afin de tirer des conclusions plus pertinentes sur l'économie et l'efficacité des activités de l'ICRA, le SSI devrait collaborer avec celui-ci afin d'inclure des indicateurs d'efficacité supplémentaires dans sa stratégie de mesure du rendement. On pourrait envisager de déterminer des éléments comparables liés à l'efficacité (p. ex. une analyse comparative) et des objectifs pour évaluer plus avant les activités de l'ICRA.

1.0 INTRODUCTION

Le présent rapport montre les résultats d'une évaluation de la contribution d'Innovation, Sciences et Développement économique Canada (ISDE) à l'Institut canadien de recherches avancées (ICRA). L'évaluation avait pour objet de déterminer la pertinence et le rendement de l'ICRA. Le rapport est organisé en 4 sections :

- la partie 1 décrit le contexte du programme et le profil de l'ICRA;
- la partie 2 présente la méthodologie de l'évaluation et une analyse des limites de l'évaluation;
- la partie 3 présente les constatations relatives aux points à examiner (pertinence et rendement).
- la partie 4 résume les conclusions de l'évaluation.

1.1 CONTEXTE DU PROGRAMME

ISDE finance un certain nombre d'organisations indépendantes afin d'appuyer les objectifs scientifiques et technologiques du gouvernement du Canada. L'une de ces organisations est l'Institut canadien de recherches avancées (ICRA). L'ICRA a été créé en 1982 en tant qu'institut canadien indépendant d'études avancées, formant des partenariats uniques entre chercheurs internationaux, les établissements de recherche, les bailleurs de fonds publics, les donateurs privés et la collectivité dans son ensemble. ISDE finance l'ICRA de façon continue depuis 1987; à ce jour, le Ministère a accordé un financement total de 119 millions de dollars à l'organisation.

1.2 DESCRIPTION DU PROGRAMME

L'Institut canadien de recherches avancées (ICRA) est une société à but non lucratif indépendante qui soutient des réseaux d'éminents chercheurs canadiens et internationaux. Sa mission consiste à renforcer la capacité de recherche dans des domaines importants pour le Canada ainsi que l'environnement de recherche par la promotion de l'excellence et la mobilisation de la collectivité de recherche internationale dans les universités et dans les instituts de recherche partout dans le monde. L'ICRA soutient actuellement des programmes de recherche dans 14 domaines et fait appel à environ 400 chercheurs éminents du monde entier.

Le milieu de recherche canadien est le principal bénéficiaire visé de l'ICRA. Il comprend des chercheurs et des étudiants, des universités, des instituts de recherche et des partenaires. Bien que

Faire du Canada un chef de file de l'intelligence artificielle

Grâce au financement d'ISDE et d'autres sources, l'ICRA favorise la collaboration internationale dans le domaine de l'intelligence artificielle depuis 2004 dans le cadre de son programme Apprentissage automatique et biologique.

Cela inclut la création d'une technique appelée « apprentissage profond », une technique informatique inspirée du cerveau humain et des réseaux de neurones, qui est maintenant utilisée par Google et Facebook.

Les premières explorations de l'institut dans ce domaine ont permis de positionner le Canada comme chef de file dans le domaine de l'intelligence artificielle.

Le budget de 2017 a annoncé un investissement 125 millions de dollars dans l'ICRA afin d'appuyer une stratégie pancanadienne d'intelligence artificielle pour le Canada.

les chercheurs soient le principal groupe visé, on s'attend également à ce que la recherche menée dans le cadre des programmes de recherche de l'ICRA bénéficie aux secteurs public et privé et aux Canadiens en général en procurant des avantages sociaux et économiques à long terme.

Grâce au financement d'ISDE, l'ICRA devrait atteindre les résultats suivants :

- renforcer les capacités de recherche du personnel hautement qualifié, y compris les boursiers postdoctoraux, par leur participation à des équipes de recherche interdisciplinaires internationales;
- améliorer les travaux de recherche au moyen de modèles interdisciplinaires;
- accroître les interactions et la collaboration entre les chercheurs nationaux et internationaux;
- mettre en valeur et diffuser les connaissances issues de la recherche;
- obtenir du financement de recherches d'autres sources.

Bien que certains des résultats escomptés d'ISDE soient davantage axés sur les activités, ils concordent de façon générale avec les objectifs stratégiques généraux (ci-après appelés objectifs) décrits dans la Stratégie 2012-2017 de l'ICRA (ICRA 2.0) : régler des questions complexes et importantes pour l'avenir de l'humanité, élargir la portée mondiale, produire la prochaine génération de chefs de file en recherche, influencer le cours des choses en réalisant les objectifs de recherche et bâtir une culture de partenariats.

Modèle de recherche

Le modèle de recherche de l'ICRA est de nature « virtuelle ». L'approche de l'ICRA consiste à développer un réseau pluridisciplinaire d'éminents chercheurs de différentes institutions nationales et internationales qui restent dans leurs institutions d'origine. L'ICRA facilite et soutient l'interaction et la collaboration entre les chercheurs dans le cadre de réunions répétées en personne et à des réseaux étendus.

Activités principales

Les activités de l'ICRA s'inscrivent dans les trois piliers ci-dessous.

- La recherche est le premier pilier des activités de l'ICRA. L'institut gère actuellement un portefeuille de 14 programmes de recherche dans une gamme de disciplines comprenant des chercheurs canadiens et internationaux. Les programmes de recherche étudient des questions de grande envergure couvrant de multiples disciplines importantes pour le Canada et le monde, et ils abordent des questions dans 4 grands domaines : améliorer la santé humaine, créer des sociétés prospères, utiliser la technologie pour améliorer la vie et soutenir la vie sur terre. Chaque programme est d'une durée minimale de 5 ans, avec la possibilité de renouvellement tous les 5 ans sur la base d'un processus d'examen externe formel par un groupe d'éminents chercheurs sélectionnés par l'ICRA. L'annexe B décrit brièvement chaque programme de recherche.

L'ICRA fournit aux membres du programme des fonds visant à favoriser leur recherche et leur participation au réseau de recherche. Il organise et soutient les réunions des membres du programme avec des invités nationaux et internationaux, généralement 2 ou 3 réunions par

année pour chaque programme. L'ICRA fournit également à ses programmes de recherche du financement afin d'accroître la collaboration entre les participants au programme qui souhaitent prendre part à des occasions de recherche à risque élevé liées aux objectifs généraux de recherche du programme.

- Le deuxième pilier est l'Académie mondiale de l'ICRA, un programme international de formation de chercheurs en début de carrière qui offre une formation aux étudiants et aux boursiers postdoctoraux. Cela comprend le programme des Chercheurs mondiaux ICRA-Azrieli, un programme de bourses prestigieuses conçu pour développer la recherche et la capacité de chef de file parmi les universitaires talentueux en début de carrière à un stade initial décisif de leur perfectionnement professionnel.
- Le troisième pilier des activités de l'ICRA concerne la diffusion du savoir. L'ICRA mobilise l'industrie, le gouvernement et d'autres secteurs de la société afin d'éclairer à la fois ses grandes orientations de recherche et les questions qu'il choisit d'aborder. L'objectif est de s'assurer que ses réseaux sont étroitement liés à des leaders politiques, communautaires et d'entreprise novateurs et influents qui peuvent appliquer les connaissances au Canada et à l'étranger. L'ICRA travaille également avec ses responsables de programmes afin de créer des ressources documentaires permanentes (publications et contenu en ligne) pour synthétiser les connaissances et fournir des informations aux principaux intervenants et à l'ensemble de la communauté d'utilisateurs du savoir.

1.3 GOUVERNANCE

L'ICRA est dirigé par le président et chef de la direction et géré par un conseil d'administration, conseillé par un conseil de recherche et un conseil consultatif. Les membres du conseil d'administration sont issus d'entreprises et de la communauté de la recherche et de professionnels canadiens. Ses principales fonctions sont de contribuer aux orientations et aux plans stratégiques et financiers de l'Institut, et de les approuver, ainsi que d'approuver les programmes de recherche de l'Institut.

Le conseil de recherche est responsable du suivi de l'orientation générale et de la qualité de la recherche de l'ICRA, et il doit informer le président de l'approbation et du renouvellement des programmes de recherche et donner un aperçu de l'environnement de recherche canadien et international. Le conseil est nommé et dirigé par le président. Ses membres sont issus des rangs supérieurs d'universités canadiennes et internationales ainsi que d'organismes liés à la recherche.

Le conseil consultatif assiste le conseil d'administration et le président en fournissant des conseils sur demande. Il est formé d'anciens membres du conseil d'administration et du conseil de recherche ainsi que d'anciens participants aux programmes de recherche de l'ICRA.

Le président et chef de la direction de l'ICRA rend compte au conseil d'administration, et il est responsable du développement et de la direction de l'Institut selon une orientation stratégique globale. Le groupe exécutif relève du président.

La Direction de la coordination du programme du Secteur science et innovation (SSI) d'ISDE est responsable de l'administration des contributions d'ISDE versées à l'ICRA ainsi que de la gestion et de la surveillance du financement de façon continue.

1.4 RESSOURCES

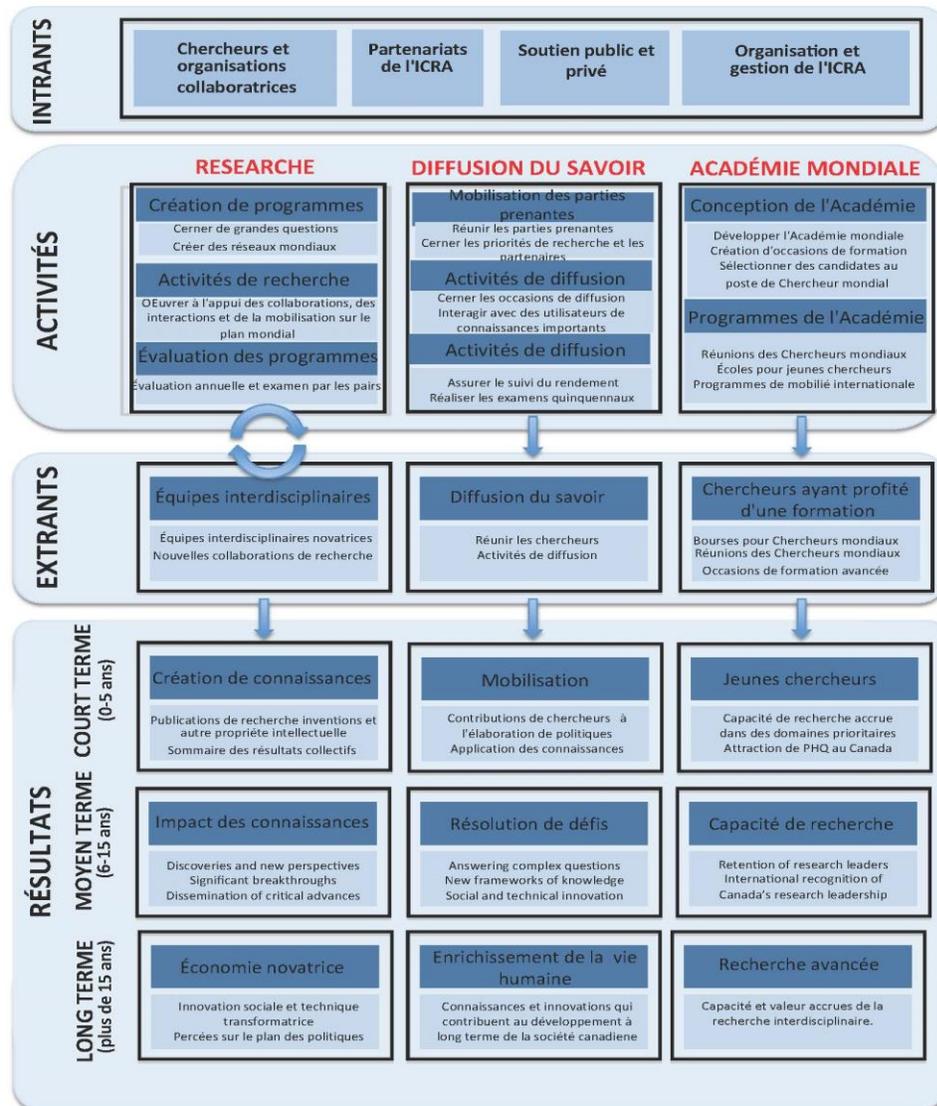
Depuis 1987, ISDE a versé un financement total de 119 millions de dollars à l'ICRA. Le budget de 2017 prévoyait un engagement financier supplémentaire de 35 millions de dollars sur 5 ans, à partir de 2017-2018. Il a également annoncé l'attribution de 125 millions de dollars à l'ICRA à l'appui d'une stratégie pancanadienne d'intelligence artificielle pour le Canada.

Le gouvernement provincial, le secteur privé et les organismes de recherche sont les autres principaux intervenants qui versent des fonds à l'ICRA.

1.5 MODÈLE LOGIQUE

Le modèle logique ci-dessous explique la théorie qui sous-tend le programme de l'ICRA. Il montre comment les activités du programme devraient produire certains extrants et mener à différents niveaux de résultats. L'ICRA a développé et perfectionné son modèle logique depuis le premier modèle créé en 2002. La version actuelle, représentée à la figure 1, a été mise au point en 2014 à la suite d'une recommandation formulée dans l'évaluation par un tiers de 2010-2011.

Figure 1 : Modèle logique de l'ICRA



2.0 MÉTHODOLOGIE

2.1 PORTÉE ET OBJECTIFS DE L'ÉVALUATION

L'ICRA a entrepris une évaluation indépendante par un tiers qui a été achevée en décembre 2015¹ (ci-après appelée l'évaluation par un tiers) conformément à l'entente de financement fédérale conclue avec ISDE. Le principal objectif était d'évaluer à mi-parcours les progrès de l'ICRA dans la mise en œuvre de son plan stratégique 2012-2017 (ICRA 2.0)².

Dans le cadre des engagements d'ISDE en vertu de la *Loi sur la gestion des finances publiques* (LGFP), le Ministère devait procéder à sa propre évaluation de l'ICRA en 2016-2017. La portée de la présente évaluation a été établie d'après les résultats de l'évaluation par un tiers de l'ICRA³ qui englobait toutes les questions fondamentales d'évaluation de la pertinence et du rendement, dont la dernière portait sur les résultats escomptés du programme, tel qu'il est indiqué dans l'entente de financement de 2012.

L'évaluation couvrait la période du 1^{er} avril 2012 au 31 mars 2016.

2.2 MÉTHODE D'ÉVALUATION

L'étude d'évaluation a été gérée par la Direction générale de la vérification et de l'évaluation (DGVE) et menée principalement par l'entreprise Ference and Company Consulting Ltd.

L'approche d'évaluation reposait sur des données provenant de sources et méthodes diverses. Une analyse a été effectuée pour cerner les écarts entre les informations et les résultats obtenus à l'issue de l'évaluation par un tiers de l'ICRA et l'exigence d'évaluation d'ISDE actuelle. La collecte de données primaires pour l'évaluation visait des questions quant à la pertinence, à l'efficience et à l'économie.

2.3 QUESTIONS DE L'ÉVALUATION

D'après la stratégie de mesure du rendement de l'ICRA et les consultations menées auprès de la Direction générale de la vérification et de l'évaluation (DGVE) et la Direction générale de la coordination des programmes du SSI d'ISDE, les évaluateurs ont porté sur les questions qui suivent.

Pertinence

1. Doit-on maintenir l'aide offerte à l'ICRA?
2. Dans quelle mesure les objectifs de l'ICRA respectent-ils les priorités du gouvernement fédéral?

¹ Évaluation de l'Institut canadien de recherches avancées, Rapport final, Science-Metrix, décembre 2015

² L'évaluation par un tiers a examiné les progrès réalisés relativement à l'ICRA 2.0 sur la période de juillet 2012 à mars 2015

³ L'évaluation par un tiers de l'ICRA portait sur les questions d'évaluation du Conseil du Trésor liées au rendement et a brièvement porté sur la pertinence (besoin continu et respect des priorités du gouvernement fédéral)

-
3. Le financement de l'ICRA cadre-t-il avec les rôles et les responsabilités du gouvernement fédéral?

Rendement

4. Dans quelle mesure l'ICRA a-t-il pu développer les capacités de recherche de personnel hautement qualifié?
5. Dans quelle mesure les activités de l'ICRA ont-elles engendré une augmentation de la recherche interdisciplinaire ainsi que des interactions et des collaborations nationales et internationales en matière de recherche?
6. Dans quelle mesure le savoir tiré des recherches menées par l'ICRA a-t-il été promu et diffusé?
7. Dans quelle mesure les activités de l'ICRA ont-elles produit une recherche de haut niveau procurant des avantages économiques et sociaux aux Canadiens?
8. Dans quelle mesure l'ICRA favorise-t-il l'économie et l'efficacité?⁴

2.4 MÉTHODES DE COLLECTE DE DONNÉES

De multiples éléments de preuve ont servi à traiter de toutes les questions de l'évaluation. Les méthodes de collecte de données comprenaient un examen des documents, une revue de la littérature, des entrevues et une analyse comparative opérationnelle.

Examen des documents

L'examen des documents a permis de comprendre l'ICRA, sa pertinence et la réalisation des résultats escomptés. Les documents clés incluaient les documents fondamentaux du programme; des rapports d'évaluation antérieurs (dirigés par l'ICRA et ISDE); des documents d'établissement des priorités du gouvernement (p. ex. budgets ou discours du Trône); de la documentation de l'ICRA, y compris les rapports annuels sur le rendement et les plans annuels d'entreprise; ainsi que d'autres documents (p. ex. des documents de recherche, des publications et des rapports d'enquête).

L'examen des documents a également servi au résumé des résultats de rendement de l'évaluation de tiers, pour laquelle on avait utilisé une méthodologie comprenant un examen des données, des documents et de la littérature, des entrevues⁵ et des enquêtes réalisées en ligne auprès des boursiers et des chercheurs mondiaux de l'ICRA.

Revue de la littérature

La revue de la littérature repose sur le travail mené pour les évaluations antérieures et portait sur les questions fondamentales d'évaluation du besoin continu ainsi que des rôles et des responsabilités du gouvernement fédéral. On a examiné la littérature scientifique (évaluée par les pairs) ainsi que la « littérature parallèle » pertinente, telle que les documents de travail, les comptes rendus de conférence, les documents gouvernementaux et les rapports de recherche commandés, tels que ceux du Conseil des sciences, de la technologie et de l'innovation, du Conseil des académies canadiennes et du Conference Board du Canada.

⁴ Cette question examine également la réalisation d'un des résultats attendus de l'ICRA concernant l'obtention de fonds

⁵ Au total, 39 entrevues ont été menées auprès d'intervenants, notamment des utilisateurs de connaissances (10), des experts éminents (9), des institutions internationales (8), des membres du personnel, du conseil de recherche et du comité de révision de l'ICRA (7) ainsi que la direction et les membres du conseil d'administration de l'ICRA (5).

Entrevues

En tout, 21 personnes ont été interrogées, dont les suivantes :

- personnel et gestionnaires du SSI responsables de la gestion de l'ICRA (3);
- personnel, dirigeants et membres du conseil d'administration de l'ICRA (8);
- représentants de conseils subventionnaires⁶ (3);
- représentants de certains organismes de recherche indépendants financés par le gouvernement fédéral (3);
- président du Conseil des sciences, de la technologie et de l'innovation (1);
- représentants provinciaux (3).

Analyse comparative opérationnelle

Ont aussi été examinés 4 organismes de recherche internationaux ainsi que d'autres organismes indépendants financés par ISDE afin de relever d'éventuelles informations financières pour l'analyse comparative.⁷

2.5 LIMITES

Attribution des résultats à l'ICRA

La majorité des projets soutenus par l'ICRA sont financés conjointement; c'est pourquoi il est difficile d'attribuer le succès des résultats obtenus spécifiquement à l'ICRA. La détermination de l'attribution et de l'effet de levier des résultats obtenus par l'ICRA est également difficile, car les chercheurs de l'ICRA participent souvent à l'obtention de ces résultats dans leur travail principal, qui est parrainé par des sources autres que l'ICRA. Enfin, il est difficile de mesurer les répercussions de la recherche sur la société en raison des 4 problèmes communs suivants :

- il n'est pas clair quelles répercussions attribuer à quelle cause;
- les répercussions peuvent être diffuses ou complexes et contingentes, et il n'est pas clair de déterminer ce qui devrait être attribué à la recherche ou à d'autres intrants;
- la nature internationale de la R-D et de l'innovation, qui rend l'attribution pratiquement impossible;
- l'échelle chronologique : la mesure prématurée des répercussions pouvant donner lieu à des politiques axées sur la recherche ne générant que des avantages à court terme, elle ne tient pas compte des répercussions possibles à long terme.⁸

Données sur l'efficacité et l'économie

La stratégie de mesure du rendement de l'ICRA établit un indicateur pour l'évaluation de l'efficacité et de l'économie servant à la comparaison de la proportion de ressources avec des organisations similaires. Le SSI a désigné 4 organismes internationaux de recherche pour l'évaluation comparative. Cependant, les comparaisons directes n'étaient finalement pas

⁶ Il s'agit notamment du Conseil de recherches en sciences humaines (CRSH), du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie (CRSNG) et des Instituts de recherche en santé du Canada (IRSC)

⁷ Dans le cadre de l'évaluation par un tiers, on a effectué des comparaisons financières par rapport à d'autres organismes de recherche, mais ceux-ci étaient très différents de l'ICRA et les données disponibles limitées ont rendu les comparaisons financières directes peu pertinentes. Le SSI a désigné 4 organismes internationaux de recherche pour l'évaluation comparative, notamment la Fondation Kavli et la Fondation Moore aux États-Unis ainsi que l'Association Helmholtz et l'Association Leibniz en Allemagne

⁸ Lutz Bornmann, *Measuring the societal impact of research*, rapports de l'Organisation européenne de biologie moléculaire, vol. 13, n° 8 [En anglais seulement]

réalisables en raison de différences importantes quant à la taille, au modèle utilisé et à la disponibilité limitée de l'information financière.⁹ En outre, aucun objectif n'a été établi par le SSI dans son entente de financement concernant le rapport entre le coût hors programme et le coût total. Ces facteurs ont limité la mesure dans laquelle les évaluateurs pouvaient générer des conclusions sur l'efficacité et l'économie de l'ICRA. L'évaluation présente une recommandation visant à renforcer cet aspect.

Période de collecte de données

Les principales difficultés éprouvées durant l'évaluation par un tiers étaient attribuables au calendrier de collecte des données. Les activités ont été menées durant l'été, alors que de nombreux participants au programme étaient en congé. En outre, à la demande de l'ICRA, le délai d'exécution de l'évaluation a été réduit pour tenir compte des changements dans la direction de l'équipe chargée de superviser l'évaluation. Les deux enquêtes ont généré des taux de participation élevés (plus de 50 %); cependant, le petit échantillon obtenu auprès des chercheurs mondiaux a limité la mesure dans laquelle les constatations correspondantes pouvaient être généralisées. L'évaluation par un tiers a atténué cette limite grâce au recoupement des constatations tirées de différentes sources.

⁹ Les évaluateurs ont également tenté de comparer l'ICRA à d'autres organismes de recherche indépendants financés par ISDE, mais ils ont constaté que les données sur les coûts liés au programme et non liés au programme n'étaient pas disponibles

3.0 CONSTATATIONS

3.1 PERTINENCE

3.1.1 Doit-on maintenir l'aide offerte à l'ICRA?

Principale constatation : Il faut poursuivre la recherche fondamentale financée par l'État afin de favoriser l'innovation et de procurer des avantages sociaux, environnementaux et économiques aux Canadiens. Pour ce faire, l'ICRA fait appel à des réseaux de recherche mondiaux, interdisciplinaires et collaboratifs afin d'offrir des programmes de recherche à grande échelle visant à réaliser des percées sur le plan des connaissances.

Cette section examine ce besoin de deux points de vue : la nécessité de soutenir la recherche fondamentale et ses avantages pour la société ainsi que la nécessité de soutenir la recherche interdisciplinaire et collaborative.

Nécessité de soutenir la recherche fondamentale et ses avantages pour la société

La recherche fondamentale financée par l'État répond à un besoin de favoriser l'innovation et de fournir des avantages économiques et sociaux à la société canadienne. Le rendement de l'innovation est reconnu par l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) comme un facteur déterminant de la compétitivité et du progrès à l'échelle nationale. En poussant leurs meilleures idées, les chercheurs permettent d'approfondir les connaissances, de favoriser la compréhension et d'acquérir de l'expertise, ce qui peut engendrer des occasions sociales et économiques à long terme. De nombreuses innovations technologiques et sociales, ayant de profondes répercussions positives sur le plan social et économique, sont attribuables à la recherche publique et découlent de constatations impossibles à prévoir. La manière la plus largement acceptée pour établir que la recherche fondamentale procure des avantages et favorise l'innovation consiste à produire de nouvelles connaissances, informations et idées offertes aux entreprises et à d'autres « utilisateurs », comme les chercheurs du secteur public et les décideurs.¹⁰

La littérature politique et savante, au Canada et à l'étranger, démontre la nécessité de maintenir la recherche fondamentale financée par l'État. Il en est ainsi principalement en raison des divers avantages possibles découlant des activités liées à la recherche, en plus de leur contribution reconnue à une solide économie du savoir. Par exemple, Forster et Seeger¹¹ dressent une liste exhaustive de la littérature soutenant l'idée que la recherche fondamentale contribue à la richesse et à la croissance économique d'un pays, ce que soutiennent les conclusions tirées par Nelson et Romer¹² et Aghiona¹³. En outre, un rapport récent de Frontier

¹⁰ Évaluation de l'Institut canadien de recherches avancées, Rapport final, Science-Metrix, décembre 2015

¹¹ Forster, S. et Seeger, S. *Tax revenue accruing from the commercialization of research findings as an indicator for economic benefits of government financed research*, « Research Evaluation » 23 (2014) [En anglais seulement]

¹² Nelson, R.R. & Romer, P.M. (1996). *Science, Economic Growth and Public Policy*, « Challenge » [En anglais seulement]

¹³ Aghiona, P. David, P.A. et Foray, D. (2009). *Science, technology and innovation for economic growth: Linking policy research and practice in 'STIG Systems'*, « Research Policy ». [En anglais seulement]

Economics¹⁴ donne un aperçu des éléments de preuve liés au taux de rendement des investissements dans le domaine de la science et de l'innovation. Selon ce rapport, les investissements financés par le gouvernement dans le domaine de la science et de l'innovation ont apporté des retombées pour la société d'une valeur de 20 % à 40 %.

Le Conseil des académies canadiennes a déclaré que la recherche fondamentale en sciences naturelles et en génie est un facteur clé de la création de nombreux biens publics et que les progrès scientifiques contribuent à catalyser l'innovation, à créer des connaissances, à favoriser la prospérité économique, à améliorer la santé publique, à mieux protéger l'environnement, à renforcer la sécurité nationale et la défense, de même qu'à contribuer à d'autres objectifs politiques nationaux et infranationaux.¹⁵

L'ICRA répond au besoin continu de recherches fondamentales en mettant l'accent sur la recherche pouvant engendrer des connaissances transformatrices¹⁶. Il le fait en élaborant et en gérant des programmes de recherche axés sur des questions clés susceptibles d'aider à améliorer la santé ainsi que les avantages environnementaux, sociétaux et économiques au Canada. Voici quelques exemples :

- amélioration de la santé grâce au programme *Réseaux génétiques*, qui explore les interactions entre les gènes afin de mieux cerner les causes profondes de troubles génétiques complexes tels que l'autisme, l'asthme, la maladie d'Alzheimer et de nombreux cancers;
- avantage environnemental accru grâce au programme *Énergie solaire bio-inspirée* qui s'inspire des organismes photosynthétiques pour créer des technologies solaires qui améliorent l'efficacité et la capacité de stockage;
- avantage sociétal par le biais du programme *Sociétés prospères* qui explore les causes et les effets des inégalités sociales et qui est susceptible d'apporter des réponses sur ce qui fait en sorte qu'une société est prospère;
- avantage économique grâce au programme *Matériaux quantiques* qui vise à inventer et à explorer des matériaux dont les propriétés, comme la supraconductivité, pourraient révolutionner la technologie.

Nécessité de soutenir la recherche interdisciplinaire et collaborative

Il est prouvé que les types de questions complexes abordées par la recherche fondamentale bénéficient d'une approche interdisciplinaire et collaborative. Plus précisément, la littérature suggère que les questions complexes nécessitent l'adoption d'approches interdisciplinaires^{17, 18, 19, 20}; les équipes collaboratives permettent d'augmenter la productivité et

¹⁴ *Frontier Economics, Rates of return to investment in science and innovation*, juillet 2014 [En anglais seulement]

¹⁵ *Éclairer les choix en matière de recherche : Indicateurs et décisions*, Comité d'experts sur le rendement scientifique et le financement de la recherche. 2012 Conseil des académies canadiennes

¹⁶ ICRA, *Rapport annuel sur le rendement 2014-2015*

¹⁷ *The Royal Society, Knowledge, Networks and Nations: Global scientific collaboration in the 21st century*, 2011 [En anglais seulement]

¹⁸ Catherine Lyall et Isabel Fletcher, *Experiments in interdisciplinary capacity-building: The successes and challenges of large-scale interdisciplinary investments*, « Science and Public Policy », 40 (2013) [En anglais seulement]

¹⁹ Évaluation de l'Institut canadien de recherches avancées, Rapport final, Science-Metrix, décembre 2015

²⁰ *Mind meld - Interdisciplinary science must break down barriers between fields to build common ground*. « Nature », 17 septembre 2015 [En anglais seulement]

la probabilité de résultats translationnels²¹; et que les collaborations internationales apportent une plus grande contribution à la science, comme en témoignent les facteurs d'incidence et les citations.²²

La création et le soutien de réseaux nationaux et internationaux qui abordent les problèmes grâce à une approche collaborative et interdisciplinaire sont des éléments essentiels du modèle de l'ICRA. Les intervenants interrogés dans l'évaluation par un tiers ont noté que l'ICRA a pu attirer les meilleurs chercheurs étrangers et canadiens pour qu'ils collaborent au sein d'un réseau de recherche international intensif. Cela a été considéré comme une réalisation importante, car « presque aucune université (canadienne) n'a la masse critique suffisante pour avoir une importance mondiale dans les principaux domaines (de recherche) ». Les personnes interrogées ont souligné que l'ICRA permet aux chercheurs canadiens de s'intégrer à la « chaîne d'approvisionnement mondiale des idées ».

3.1.2 Dans quelle mesure les objectifs de l'ICRA respectent-ils les priorités du gouvernement fédéral?

Principale constatation : Les objectifs de l'ICRA respectent les priorités du gouvernement fédéral quant à l'investissement dans la recherche fondamentale et dans l'innovation.

Les objectifs de l'ICRA respectent les priorités du gouvernement fédéral visant à investir dans la recherche fondamentale et dans l'innovation, comme l'indiquent les lettres de mandat ministérielles de 2015, les budgets récents et le Programme inclusif d'innovation de 2016.

Les lettres de mandat ministérielles établissent les objectifs généraux et les priorités du gouvernement quant à l'investissement dans la recherche. Plus précisément, le ministre d'ISDE est chargé d'améliorer la qualité et l'incidence des programmes qui soutiennent l'innovation, la recherche scientifique et l'entrepreneuriat. La ministre des Sciences doit appuyer la recherche scientifique afin de créer une croissance économique durable ainsi que de soutenir la classe moyenne et de favoriser son essor.

Le budget de 2016 reconnaît la nécessité d'investir dans l'innovation et souligne que « l'avancement des sciences de base et le développement de la capacité intellectuelle représentent la fondation de l'innovation ». Le budget de 2017 prévoyait l'octroi d'un financement de 35 millions de dollars, à compter de 2017-2018, à l'ICRA. En outre, l'ICRA a été désigné comme partenaire de prestation pour un investissement fédéral de 125 millions de dollars en intelligence artificielle.

La stratégie actuelle de l'ICRA (ICRA 2.0) concorde de plus avec le Programme inclusif d'innovation du gouvernement. Plus précisément, l'Institut compte produire la prochaine génération de chefs de file de la recherche qui réalisera les objectifs en matière de recherche. L'institut souhaite attirer les meilleurs talents du monde entier et travailler en collaboration dans un écosystème diversifié de travailleurs hautement qualifiés afin de relever des défis complexes

²¹Jan-Michael Ross et al. *Translational research: When do public science projects result in real world impact?*, « Academy of Management Proceedings », janvier 2013 [En anglais seulement]

²²Freeman, Richard B. et Wei Huang. 2015. *Collaborating with People Like Me: Ethnic Coauthorship Within the United States*. « Journal of Labor Economics » 33 (S1) (juillet) : S289–S318 [En anglais seulement]

et importants. La recherche fondamentale que ce travail appuie favorise l'excellence d'une recherche de calibre mondial au Canada et facilite la collaboration entre les disciplines universitaires.

3.1.3 Le financement de l'ICRA cadre-t-il avec les rôles et les responsabilités du gouvernement fédéral?

Principale constatation : Le soutien d'ISDE à l'ICRA cadre avec la responsabilité du gouvernement fédéral de favoriser la science et la technologie. En outre, le gouvernement fédéral a un rôle à jouer dans le financement de la recherche fondamentale pour répondre de façon générale aux besoins de la société.

Le soutien d'ISDE à l'ICRA est conforme au mandat et aux responsabilités énoncés dans la *Loi sur le ministère de l'Industrie de 1995* en ce qui a trait aux activités de S et T. Plus précisément, ces responsabilités visent à favoriser le plein essor de la science et de la technologie en plus d'encourager leur utilisation optimale ainsi qu'à appuyer et à promouvoir la science et la technologie au Canada. En outre, la Loi stipule que le ministre doit encourager et favoriser « la prestation de ces services – à l'industrie, à la science et à la technologie canadienne » ainsi que les investissements dans ces domaines. Le travail de l'ICRA dans la recherche fondamentale contribue à l'atteinte de ces objectifs.

Une revue de la littérature universitaire sur la recherche fondamentale confirme le rôle du gouvernement fédéral. L'OCDE suggère que « la justification fondamentale du soutien du gouvernement à la recherche est l'argument classique de l'échec du marché : le marché ne fournit pas d'incitations suffisantes pour l'investissement privé dans la recherche en raison du bien public non appropriable, du caractère immatériel du savoir et de la nature risquée de la recherche. En plus de la recherche fondamentale, une recherche publique est également nécessaire pour répondre à des besoins précis d'intérêt national, tels que la défense et la population en général, p. ex. concernant les programmes de santé ».²³

L'importance du soutien du gouvernement pour la recherche fondamentale a également été clairement soulignée dans le rapport d'expert *Innovation Canada : Le pouvoir d'agir – Examen du soutien fédéral de la recherche-développement* (appelé le rapport Jenkins). Ce rapport indique que les gouvernements fédéral et provinciaux jouent un rôle important dans la promotion d'un climat économique propice à l'innovation commerciale, par exemple en soutenant la recherche fondamentale et appliquée ainsi que la formation connexe de personnes hautement qualifiées et compétentes.²⁴

Le rapport de l'examen horizontal 2013 de Science Metrix a révélé que, de plus en plus, la recherche universitaire [menée par l'ICRA] est également appelée à « contribuer à la solution des problèmes sociétaux et à soutenir les innovations et la croissance économique ». La légitimité des établissements de recherche repose en grande partie sur les avantages perçus qu'ils apportent, à savoir leur capacité de contribuer à la compétitivité économique, à l'enrichissement culturel et au progrès social, ce qui justifie au bout du compte les importants

²³ Science, technologie et industrie : Perspectives de l'OCDE 2012

²⁴ *Innovation Canada : Le pouvoir d'agir. Examen du soutien fédéral de la recherche-développement – Rapport final du groupe d'experts*, 2011

investissements qui y sont faits, y compris au moyen de fonds publics.

3.2 RENDEMENT

3.2.1 Dans quelle mesure l'ICRA a-t-il pu élargir les capacités de recherche de personnel hautement qualifié?

Principale constatation : L'ICRA a pu développer les capacités de recherche des chercheurs canadiens et internationaux en leur offrant la possibilité d'explorer de nouvelles approches de recherche et de collaborer avec les meilleurs chercheurs du monde en personne et de façon multidisciplinaire. De plus, les chercheurs en début de carrière ont pu améliorer leurs capacités grâce à leur participation à des projets de l'ICRA et à des expériences d'apprentissage uniques qui leur ont été fournies dans le cadre de l'ICRA.

L'ICRA renforce la capacité de recherche des meilleurs chercheurs canadiens et des jeunes chercheurs. Les collaborateurs émérites améliorent leurs capacités grâce aux contacts et aux interactions avec les meilleurs chercheurs internationaux et grâce à des interactions uniques avec des pairs dans d'autres disciplines. La littérature suggère que les rencontres en personne, un élément clé de l'approche de l'ICRA, contribuent à stimuler la productivité de la recherche.²⁵

Le tableau 1 illustre à la fois la portée des activités de l'ICRA et la qualité de ses participants. Pour ce qui est de la portée, en 2015-2016, il y avait 381 chercheurs de l'ICRA dans 30 universités canadiennes et 95 universités internationales. Il est important de noter que l'objectif de l'ICRA de conserver une part de 40 % de collaborateurs émérites qui occupent le premier rang dans leur domaine (en fonction du nombre de citations) a été atteint pour 3 des 4 années les plus récentes pour lesquelles on disposait de données. En outre, 81 chercheurs de l'ICRA se sont vu décerner un prix national ou international en 2015-2016.

²⁵ Stephanie E. Hampton et John N. Parker, « Collaboration and Productivity in Scientific Synthesis », *BioScience*, novembre 2011, vol. 61, N° 11 [En anglais seulement]

Tableau 1 : Portée des programmes de l'ICRA et qualité des participants

	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016
Nombre d'universités canadiennes qui comptent des chercheurs de l'ICRA	29	27	29	27	30
Nombre d'universités internationales qui comptent des chercheurs de l'ICRA	75	83	75	88	95
Nombre de chercheurs canadiens et internationaux participant aux recherches de l'ICRA	389	377	340	349	381
Nombre de chercheurs ayant reçu un prix national ou international	76	75	66	78	81
Pourcentage de chercheurs ayant obtenu la cote « Exceptionnel » ou « Excellent » dans les évaluations quinquennales par les pairs ²⁶	78 %	79 %	82 %	89 %	88 % ²⁷
Pourcentage de collaborateurs émérites qui se situent dans la tranche supérieure de 1 % dans leur domaine en fonction du nombre de citations	43 %	38 %	40 %	42 %	S.O.

Sources : Rapports annuels sur le rendement de l'ICRA

L'ICRA offre également des possibilités de perfectionnement aux jeunes chercheurs grâce à son programme Académie mondiale qui offre une gamme de possibilités aux étudiants diplômés, aux boursiers postdoctoraux et aux professeurs adjoints au Canada et dans le monde entier pour qu'ils acquièrent des connaissances auprès de certains des esprits les plus brillants du monde et qu'ils collaborent avec eux et qu'ils deviennent les chefs de file en pensée novatrice de leur génération. Les boursiers de l'ICRA supervisent les étudiants diplômés et les boursiers postdoctoraux, et le financement de l'ICRA permet à ces stagiaires de participer à certaines réunions d'interaction de programme, d'assister à des séances de formation avancée ou de faire des visites de recherche dans les laboratoires des boursiers de l'ICRA collaborateurs.

Le programme Chercheurs mondiaux – un composant du programme Académie mondiale – a été restructuré en 2015-2016. L'ancien objectif du programme visant les boursiers postdoctoraux a été modifié et le programme cible maintenant les chercheurs exceptionnels en début de carrière au cours de leurs premières années à titre de professeur adjoint. L'objectif a été modifié pour 3 raisons. Premièrement, il y a beaucoup moins de soutien pour les professeurs adjoints novices et c'est un moment particulièrement vulnérable dans leur carrière. Deuxièmement, les professeurs adjoints, qui ont des liens institutionnels solides, présentent davantage de possibilités pour l'ICRA d'établir des relations. Troisièmement, les professeurs adjoints doivent composer avec davantage de demandes concurrentes (par exemple obtenir leur permanence) pour lesquelles le volet de leadership du programme Chercheurs mondiaux leur serait utile.

Le tableau 2 illustre la portée du programme Académie mondiale et son incidence. En ce qui concerne la portée, il y a eu de 18 à 20 chercheurs mondiaux par an au cours des dernières années, une baisse attribuable à la disparition progressive de l'ancien programme et à l'avancement de la mise en œuvre du nouveau programme. (La nomination de 18 nouveaux chercheurs mondiaux a été annoncée en septembre 2016.) Les chiffres indiquent que les

²⁶ Ces pourcentages représentent les boursiers ayant obtenu une cote « Exceptionnel » ou « Excellent »

²⁷ Les résultats de 2015-2016 sont préliminaires

chercheurs mondiaux estiment fermement que le programme leur a offert une formation et une expérience qu'ils n'auraient pas pu acquérir dans le cadre d'autres programmes. De plus, plus de 1 000 étudiants au doctorat ont été supervisés chaque année par des chercheurs de l'ICRA.

Tableau 2 : Activités de l'Académie mondiale de l'ICRA : Portée et incidence

	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016
Nombre de chercheurs mondiaux de l'ICRA ²⁸	20	21	18	8	18
Pourcentage de chercheurs mondiaux qui estiment que leur bourse leur a permis d'acquérir une formation et une expérience en vue de leur carrière future qu'ils n'auraient pas pu obtenir dans le cadre d'autres programmes postdoctoraux	56 %	82 %	87 %	S.O.	S.O.
Nombre d'étudiants au doctorat supervisés par des chercheurs canadiens de l'ICRA, y compris les étudiants diplômés et les étudiants postdoctoraux	1 614	1 141	1 390	1 466	S.O.

Sources : Rapports annuels sur le rendement de l'ICRA

Selon l'examen des documents et les constatations de l'enquête menée auprès des chercheurs mondiaux dans le cadre de l'évaluation par un tiers, la participation des jeunes chercheurs au programme Académie mondiale de l'ICRA leur a procuré de nombreux avantages. Par exemple, l'accès à une formation non offerte au Canada ou à l'étranger, le réseautage avec des chercheurs principaux et novices, le financement d'activités érudites qui ne seraient pas possibles autrement, l'accès à des idées de recherche de pointe et le mentorat par des chercheurs émérites d'un domaine.

3.2.2 Dans quelle mesure les activités de l'ICRA ont-elles engendré une augmentation de la recherche interdisciplinaire ainsi que des interactions et des collaborations nationales et internationales en matière de recherche?

Principale constatation : L'ICRA a favorisé la recherche interdisciplinaire et la collaboration nationale et internationale. L'approche adoptée a contribué à la réalisation de résultats de recherche importants.

L'élément fondamental du modèle de l'ICRA est de soutenir les réseaux internationaux de recherche qui favorisent la collaboration et le réseautage entre des chercheurs canadiens exceptionnels et leurs pairs internationaux. On le constate par le nombre de membres de l'ICRA qui, en mars 2017, comptait 411 chercheurs (18 chercheurs mondiaux, 324 boursiers et 69 conseillers) de 144 établissements dans 17 pays.

L'ICRA maintient son engagement dans la collaboration interdisciplinaire²⁹. Selon les évaluations par les pairs des programmes de l'ICRA au cours des 5 dernières années, chaque programme a permis la création de collaborations uniques et interdisciplinaires qui n'auraient pas vu le jour

²⁸ Le programme Chercheurs mondiaux a été restructuré en 2015-2016; il y a donc une diminution notable des points de données pour les exercices 2014-2015 et 2015-2016

²⁹ Rapport annuel de l'ICRA 2014-2015

autrement. Voici quelques exemples de l'interdisciplinarité des projets :

- le programme *Biodiversité microbienne intégrée* qui explore le monde microbien entourant la vie humaine et omniprésent dans celle-ci; y participent 18 établissements dans 4 pays qui mènent des recherches dans un large éventail de domaines, dont certains comprennent la bioinformatique, la biologie évolutive, l'océanographie, l'écologie, la génétique, la virologie et la zoologie;
- le programme *Sociétés prospères* qui explore les causes et les effets des inégalités sociales et qui peut apporter des réponses sur ce qui fait qu'une société est prospère; y participent 16 établissements dans 3 pays qui mènent des recherches dans divers domaines, y compris la sociologie, les sciences politiques, la psychologie organisationnelle, culturelle et sociale, l'histoire et l'économie;
- Le programme *Institutions, organisations et croissance* qui adopte une approche intégrée quant aux questions fondamentales, telles que ce qui rend certains pays riches et d'autres pauvres et ce qui rend certains États forts et d'autres fragiles, en examinant toujours les rôles cruciaux des différents types d'institutions; y participent 13 institutions dans 6 pays qui mènent des recherches dans des domaines tels que l'économie, les sciences politiques, l'histoire économique et politique, la psychologie sociale et l'anthropologie.³⁰

Les intervenants interrogés dans le cadre de la présente évaluation estiment que les universités, les conseils subventionnaires et d'autres organismes de recherche du Canada continuent en grande partie à fonctionner en cloisonnement alors que l'ICRA favorise la collaboration entre les organisations. Selon eux, cela s'explique par le fait que la plupart des fonds de recherche canadiens visent un chercheur ou une organisation qui ne favorise pas la collaboration, alors que le modèle de l'ICRA vise à rassembler les meilleurs chercheurs de partout au Canada et du monde entier pour traiter d'enjeux de recherche précis. Ils ont également suggéré que la participation des jeunes chercheurs à l'ICRA au début de leur carrière encourage ceux-ci à penser davantage à la collaboration et à l'interdisciplinarité plus tard dans leur carrière.

L'enquête auprès des boursiers de l'ICRA menée dans le cadre de l'évaluation par un tiers a révélé que les programmes de recherche de l'ICRA ont donné lieu à d'importants résultats de recherche³¹ depuis 2012-2013 et que 66,5 % des participants au programme interrogés ont indiqué que la fréquence des interactions avec les autres responsables avait grandement renforcé leur capacité à atteindre ces résultats. L'évaluation a également révélé que, parce qu'ils font partie d'un programme de recherche de l'ICRA, les participants au programme ont connu des changements majeurs en ce qui concerne l'orientation de leur recherche et que les aspects de l'ICRA qui ont le plus motivé ces changements étaient la qualité des interactions lors des réunions (94 %) et la qualité des collaborateurs de l'ICRA (88,5 %).

L'évaluation par un tiers suggère que la faible représentation des pays de l'extérieur de l'Amérique du Nord pourrait réduire les occasions de collaboration avec des chercheurs internationaux hors de l'Amérique du Nord.³² Plusieurs intervenants interrogés dans le cadre de cette évaluation ont expliqué qu'il est difficile d'inciter des chercheurs de l'extérieur de

³⁰ Rapport annuel de l'ICRA 2015-2016

³¹ Les principales réalisations de la recherche comprennent la détermination de nouvelles questions, la résolution de problèmes de longue date, l'élaboration de nouveaux concepts ou de nouvelles méthodes de recherche et des changements majeurs apportés à une orientation d'un domaine existant

³² Évaluation de l'Institut canadien de recherches avancées, Rapport final, Science-Metrix, décembre 2015

l'Amérique du Nord à assister à des événements au Canada et qu'une bonne part des meilleurs chercheurs au monde sont aux États-Unis. En outre, il faut agir rapidement, car la plupart des participants sont sélectionnés lorsque les programmes de recherche de l'ICRA sont lancés ou revus aux 5 cinq ans. Toutefois, l'ICRA a fait des progrès à cet égard. La participation des chercheurs internationaux non américains membres de l'ICRA a augmenté graduellement, passant de 23 % en 2011-2012, à 27 % en 2013-2014 et encore plus à 33 % en 2014-2015 lorsque 4 nouveaux programmes ont été lancés.

L'ICRA a également commencé à former des partenariats³³ avec d'autres organismes de recherche afin d'accroître la collaboration et sa visibilité à l'échelle mondiale et de renforcer ses efforts de diffusion des connaissances. Selon l'évaluation par un tiers, au cours des 5 dernières années, le nombre de partenariats établis avec d'autres organismes de recherche est passé de 0 en 2011-2012 à 19 en 2015-2016; il s'agit d'institutions d'Allemagne, du Royaume-Uni, de la Suède, de la Chine, de la Corée, des États-Unis et du Canada.

3.2.3 Dans quelle mesure le savoir tiré des recherches menées par l'ICRA a-t-il été promu et diffusé?

Principale constatation : Les chercheurs de l'ICRA ont produit une quantité importante de produits d'apprentissage. Les activités de diffusion du programme ont augmenté ces dernières années et sont très prisées des participants.

Les chercheurs de l'ICRA diffusent leurs constatations dans des publications imprimées et sur le Web, dans le cadre de présentations lors de colloques ainsi que de conférences. L'évaluation par un tiers indique que « les membres du programme de l'ICRA ont créé un nombre important de produits d'apprentissage et que nombre de ces produits ont été publiés par des éditeurs très réputés dans leurs domaines de connaissances respectifs », ce que confirment les données du programme. Par exemple, de 2011-2012 à 2014-2015, le nombre annuel de publications et d'autres contributions évaluées par les pairs produites par les participants au programme s'élevait en moyenne à 1 554.

De façon générale, les intervenants interrogés étaient d'avis que, dans le passé, l'ICRA comptait sur les chercheurs pour faire leur propre promotion et diffuser leurs résultats, et les chercheurs avaient tendance à se concentrer principalement sur la résolution de leurs problèmes de recherche sans s'intéresser suffisamment à la promotion et à la diffusion. Toutefois, à compter de 2012-2013, dans le cadre de l'ICRA 2.0, l'ICRA a accordé une importance accrue à la création d'incidence grâce à la diffusion et à l'échange de connaissances.³⁴ De plus, en 2013-2014, il a lancé l'initiative Échanger des Idées, qui consiste en des dialogues interactifs qui réunissent des utilisateurs de l'ICRA et des utilisateurs de connaissances pour qu'ils mettent en commun leurs idées et leurs perspectives sur la façon de concrétiser les idées émergeant des programmes de l'ICRA. L'initiative s'est poursuivie en 2014-2015 et l'on a commencé à exiger que les responsables des programmes nouvellement créés et en cours de renouvellement élaborent

³³ Les partenaires sont d'autres organismes de recherche qui concluent des ententes officielles avec l'ICRA pour contribuer financièrement aux projets de l'ICRA, parrainer des activités qui appuient les projets de l'ICRA ou entreprendre des activités de recherche coopératives conformes aux projets de l'ICRA

³⁴ <https://www.cifar.ca/assets/january-1-2000-1200-am/> (En anglais seulement)

des plans de diffusion des connaissances, et une gamme de tables rondes avec des représentants gouvernementaux a été organisée. Plus récemment, en 2015-2016, l'ICRA a multiplié les occasions de réunir des leaders scientifiques et des chercheurs en début de carrière et des sociétés de capital-risque et l'industrie pour cerner les occasions de développer commercialement des découvertes scientifiques.

Le tableau 3 ci-dessous fournit des données probantes qui montrent que les activités de diffusion de l'ICRA sont perçues comme étant de haute qualité et utiles aux participants. Plus précisément, 79 à 81 % des participants interrogés estimaient que les activités de diffusion étaient très bonnes ou excellentes; 68 % à 88 % des utilisateurs de connaissances interrogés ont signalé une meilleure compréhension des sujets présentés, et 65 % à 81 % des utilisateurs de connaissances interrogés envisageaient d'intégrer les nouvelles idées à leur travail.

Tableau 3 : Efficacité des activités de diffusion de l'ICRA

	2013-2014	2014-2015	2015-2016
Excellence des activités ³⁵ (% ayant évalué l'activité comme très bonne ou excellente)	S.O.	79 %	81 %
Pourcentage d'utilisateurs de connaissances dont la compréhension d'un sujet s'est améliorée grâce à la mobilisation	88 %	68 %	75 %
Pourcentage d'utilisateurs de connaissances qui ont prévu d'intégrer les nouvelles idées à leur travail ³⁶	81 %	65 %	75 %

Sources : Analyses des communications et de la diffusion des connaissances de l'ICRA

3.2.4 Dans quelle mesure les activités de l'ICRA ont-elles engendré une augmentation de la recherche interdisciplinaire ainsi que des interactions et des collaborations nationales et internationales en matière de recherche ?

Principale constatation : L'ICRA produit des recherches de haut calibre qui procurent des avantages sociaux et économiques aux Canadiens.

Malgré les difficultés à mesurer les répercussions de la recherche sur la société (tel qu'il est décrit à la section 2.5), l'ICRA suit certaines d'entre elles. Ces répercussions sont résumées au tableau 4 ci-dessous. Un élément clé permettant d'établir la qualité de la recherche est le nombre de citations qui indique la fréquence à laquelle un article est cité dans d'autres sources. Comme on le mentionne ci-après, 41 % des chercheurs de l'ICRA en moyenne se situaient dans la tranche supérieure de 1 %³⁷ dans leur domaine entre 2011-2012 et 2014-2015. Les résultats discutés à la section 3.2.1 concernant les prix reçus et les chercheurs ayant obtenu une cote « Exceptionnel » lors d'évaluations par les pairs témoignent aussi de la qualité de la recherche soutenue par l'ICRA.

³⁵ Cette mesure ne reflète que certaines activités de diffusion ciblées et certaines activités de mobilisation publiques. Elle ne tient pas compte des activités telles que les séances d'information du gouvernement et les allocutions présentées en partenariat.

³⁶ Cette mesure n'est utilisée que pour des activités de diffusion ciblées et elle n'est pas évaluée pour les activités de mobilisation publiques.

³⁷ Les chercheurs se trouvant dans la tranche supérieure de 1 % sont identifiés dans les indicateurs de science essentielle (*Essential Science Indicator*) de Thomson Reuters.

Tableau 4 : Incidence de l'ICRA

	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015
% des collaborateurs émérites qui se situent dans la tranche supérieure de 1 % dans leur domaine en fonction du nombre de citations	43	38	40	42
Nombre de contributions par programme de l'ICRA qui ont donné lieu à une innovation sociale ou à une technique transformatrice	5	8	11	12
Nombre de contributions des programmes de recherche de l'ICRA qui ont engendré des changements importants dans la politique économique	3	0	2	2
Nombre de contributions des programmes de l'ICRA qui ont engendré des changements dans les politiques publiques, amélioré la prestation des services sociaux et des soins de santé, et augmenté la satisfaction dans la vie	8	7	12	8

Sources : Examens annuels de rendement de l'ICRA et examens par les pairs des programmes de l'ICRA

Le tableau ci-dessus montre qu'au cours des 4 dernières années, les programmes de l'ICRA ont donné lieu à 36 contributions qui ont permis d'obtenir des innovations sociales ou des techniques transformatrices; 35 contributions qui ont mené à des changements dans les politiques publiques, ont contribué à l'amélioration de la prestation des services sociaux et des soins de santé et ont augmenté la satisfaction dans la vie; de même que 7 contributions qui ont engendré des changements quant à la politique économique.

Voici des exemples précis d'avantages sociaux et économiques découlant des programmes de recherche de l'ICRA (voir les exemples supplémentaires à l'annexe B) :

- un chercheur du programme *Matériaux quantiques* travaille à mettre au point une application de réfrigération utilisant des technologies vertes; l'application a reçu une déclaration d'invention, soit la première étape pour l'obtention d'un brevet;
- le gouvernement du Manitoba a utilisé le programme de croissance économique et de recherche stratégique de l'ICRA (appelé maintenant *Institutions, Organisations et Croissance*) pour élaborer un cadre économique pour la province;
- un programme de prévention du syndrome du bébé secoué, *Period of PURPLE Crying*, mis au point par un chercheur dans le cadre du programme Développement du cerveau et de l'enfant a été mis en œuvre dans au moins un endroit dans 8 des 10 provinces.

Ces constatations concordent avec l'évaluation par un tiers, qui a conclu que les programmes de recherche de l'ICRA ont eu des répercussions sociales et économiques. Bien que le rapport reconnaisse que les recherches fondamentales ne permettent pas toutes d'obtenir de tels résultats, il signale que 15 % des participants au programme interrogés ont relevé certaines formes de répercussions sociales et économiques, y compris des brevets et des retombées, des changements dans les politiques et dans les pratiques ou des résultats quant à l'enseignement et à l'apprentissage. De plus, compte tenu de l'importance croissante accordée à l'innovation, l'évaluation par un tiers a montré les contributions de l'ICRA aux nouvelles technologies et aux

nouveaux produits ou services susceptibles d'avoir une valeur commerciale ou économique. Plus précisément, on a relevé des applications dans les technologies de reconnaissance vocale ainsi qu'une recherche qui éclaire les demandes de brevets pour les technologies liées aux réseaux génétiques. Certaines technologies ont déjà été lancées sur le marché par des entreprises en démarrage et par le transfert de technologie vers des entreprises, telles que Google.

Il est important de noter que l'ICRA se concentre sur la recherche fondamentale où les répercussions sociales et économiques sont souvent difficiles à prévoir, et les intervenants conviennent que cela devrait demeurer un élément central. Cette question se reflète dans les constatations de l'évaluation par un tiers selon lesquelles la concrétisation des résultats de la recherche en incidences sociales et économiques n'est pas l'objectif principal des participants au programme. Cependant, les intervenants interrogés dans le cadre de cette évaluation estiment que l'ICRA met davantage l'accent sur l'exploration d'éventuelles applications de la recherche de l'ICRA dans le cadre de l'ICRA 2.0 et encourage les chercheurs à dialoguer avec les utilisateurs finaux afin d'envisager des applications.

3.2.5 Dans quelle mesure l'ICRA favorise-t-il l'économie et l'efficacité?

Principale constatation : Le modèle de recherche virtuel de l'institut qui consiste à servir de facilitateur pour les collaborations de recherche laisse présager des gains d'efficacité par rapport aux modèles traditionnels utilisés par d'autres organismes de recherche avancés. En outre, le programme a réussi à obtenir du financement de l'extérieur, ce qui dépasse les exigences fédérales en matière d'obtention de fonds. Il n'a pas été possible de tirer davantage de conclusions sur l'efficacité et l'économie de l'organisation en raison des limites en matière de données.

L'efficacité et l'économie de l'ICRA ont été évaluées à 2 niveaux : l'efficacité et l'économie de l'organisation même, ainsi que la gestion et la supervision de la contribution par ISDE.

Efficiency and economy of ICRA

L'ICRA repose sur un modèle de recherche « virtuel », ce qui signifie qu'il n'a pas d'emplacement physique hébergeant ses chercheurs, contrairement à la plupart des autres organismes de recherche canadiens. L'approche adoptée par l'ICRA consiste à permettre aux chercheurs de demeurer dans leur établissement de recherche d'attache au Canada ou ailleurs, et l'ICRA facilite et soutient les interactions et la collaboration entre les chercheurs par l'organisation de réunions en personne. En conséquence, l'ICRA n'engage pas de coûts liés aux installations de recherche physiques et n'a pas à verser de salaires ni d'avantages sociaux aux chercheurs et au personnel. L'ICRA verse un montant relativement faible à ses chercheurs et obtient d'autres sources de financement pour les chercheurs.

L'ICRA a réussi à obtenir du financement de l'extérieur. Comme on l'indique au tableau 5, pour chaque dollar investi par le gouvernement fédéral, l'ICRA a obtenu en moyenne 1,62 \$ d'autres sources de financement, ce qui dépasse l'exigence minimale fédérale de 1 \$ par année par dollar fédéral investi.

Tableau 5 : Financement obtenu grâce aux contributions fédérales

	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	MOYENNE
\$ obtenu d'autres sources pour chaque 1 \$ de financement fédéral	1,67 \$	1,31 \$	1,52 \$	1,98 \$	1,62 \$

Sources : États financiers résumés de l'ICRA

La proportion du financement total consacré aux coûts non liés au programme variait de 14 % à 16 % pendant la période d'évaluation. En raison du manque d'organisations comparables par rapport auxquelles l'ICRA pourrait être évalué ainsi que des indicateurs et des données d'efficacité et d'économie limités (tel qu'il est décrit à la section 2.5), il a été difficile pour les évaluateurs de tirer d'autres conclusions sur l'efficacité et l'économie de l'ICRA.

Efficacité et économie de la surveillance par ISDE

Le SSI consacre environ ½ ETP aux activités de surveillance. Ces activités comprennent l'élaboration et la mise en œuvre d'ententes de financement, l'examen des rapports de l'ICRA de même que la prestation continue d'analyses et de conseils au ministre d'ISDE et à la ministre des Sciences au sujet de l'ICRA. L'importance de la contribution incite à penser qu'ISDE gère efficacement ces tâches.

4.0 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

4.1 PERTINENCE

- Il faut poursuivre la recherche fondamentale financée par l'État afin de favoriser l'innovation et de procurer des avantages sociaux, environnementaux et économiques aux Canadiens. Pour ce faire, l'ICRA fait appel à des réseaux de recherche mondiaux, interdisciplinaires et collaboratifs afin d'offrir des programmes de recherche à grande échelle visant à réaliser des percées sur le plan des connaissances.
- Les objectifs de l'ICRA concordent avec les priorités du gouvernement fédéral concernant l'investissement dans la recherche fondamentale et dans l'innovation.
- Le soutien d'ISDE à l'ICRA cadre avec la responsabilité du gouvernement fédéral qui consiste à favoriser la science et la technologie. En outre, le gouvernement fédéral a un rôle à jouer dans le financement de la recherche fondamentale pour répondre de façon générale aux besoins de la société.

4.2 RENDEMENT

- L'ICRA a élargi les capacités de recherche des chercheurs canadiens et internationaux en leur offrant la possibilité d'explorer de nouvelles approches de recherche et de collaborer avec les meilleurs chercheurs du monde en personne et de façon multidisciplinaire. De plus, les chercheurs en début de carrière ont pu améliorer leurs capacités grâce à leur participation à l'ICRA.
- L'ICRA a favorisé la recherche interdisciplinaire et la collaboration nationale et internationale. L'approche adoptée a contribué à la réalisation de résultats de recherche importants.
- Les chercheurs de l'ICRA ont produit une quantité importante de produits d'apprentissage. Les activités de diffusion du programme ont augmenté ces dernières années et sont très prisées des participants.
- L'ICRA produit des recherches de haut calibre qui procurent des avantages sociaux et économiques aux Canadiens.
- Le modèle de recherche virtuel de l'institut qui consiste à servir de facilitateur pour les collaborations de recherche laisse présager des gains d'efficacité par rapport aux modèles traditionnels utilisés par d'autres organismes de recherche avancés. En outre, le programme a réussi à obtenir du financement de l'extérieur, ce qui dépasse les exigences fédérales en matière d'obtention de fonds. Il n'a pas été possible de tirer davantage de conclusions sur l'efficacité et l'économie de l'organisation en raison des limites en matière de données.

4.3 RECOMMANDATIONS

L'évaluation par un tiers a donné lieu à 6 recommandations propres à l'ICRA et elles figurent à l'annexe A. Les recommandations ont été formulées dans le cadre du Plan stratégique 2012-2017 de l'ICRA (ICRA 2.0) et sont plus générales que les résultats escomptés stipulés dans l'entente de financement d'ISDE.

Les constatations de cette évaluation permettent de dégager la recommandation suivante :

1. Afin de tirer des conclusions plus pertinentes sur l'économie et l'efficacité des activités de l'ICRA, le SSI devrait collaborer avec celui-ci afin d'inclure des indicateurs d'efficacité supplémentaires dans sa stratégie de mesure du rendement. On pourrait envisager de déterminer des éléments comparables liés à l'efficacité (p. ex. une analyse comparative) et des objectifs pour évaluer plus avant les activités de l'ICRA.

ANNEXE A : RECOMMANDATIONS DE L'ÉVALUATION PAR UN TIERS

Recommandations
Pertinence
1. Dans le cadre de la stratégie ICRA 2.0, l'institut devrait renforcer ses efforts visant à optimiser le potentiel d'inciter des chercheurs du monde entier à répondre à certaines des tendances émergentes dans le contexte mondial de la recherche. Bien qu'il puisse continuer de tirer parti des efforts déployés par les participants au programme en vue de diversifier les partenariats de recherche et de financement, il pourrait en faire davantage pour ce qui est du recrutement délibéré de participants au programme, de chercheurs mondiaux et de partenariats institutionnels à long terme. Pour ce faire, on peut avoir recours de manière encore plus stratégique à des mécanismes tels que l'initiative Appel à idées mondial ou à des mécanismes qui sous-tendent le recrutement et le maintien en poste des chefs de file en matière de recherche au Canada.
Résultats des connaissances transformatrices
2. L'évaluation encourage l'ICRA à continuer de donner suite à la recommandation formulée dans l'évaluation du rendement de 2013 au sujet de l'élaboration de mesures du rendement supplémentaires afin de mieux mesurer l'efficacité des activités et des résultats de l'ICRA et d'évaluer les résultats immédiats et intermédiaires. Un ensemble d'indicateurs de la stratégie de MR axée sur l'interactivité, la dynamique des réseaux de recherche, l'analyse des réseaux sociaux et la manière dont ces dynamiques influent sur l'orientation des recherches menées par les participants au programme concorderaient davantage avec la théorie du changement et le modèle opérationnel de l'ICRA.
Résultats de la diffusion des connaissances
3. Dans le cadre de l'ICRA 2.0, on devrait continuer de surveiller de près le degré d'influence sur la volonté et la capacité des participants au programme à cerner et à prendre en compte les besoins des utilisateurs de connaissances éventuels et y répondre. Parallèlement, on recommande à l'ICRA de communiquer de façon continue à ses différents intervenants la proposition de valeur que peut apporter une stratégie de diffusion des connaissances améliorée au travail des participants au programme et aux responsables des programmes de recherche en général.
Produire la prochaine génération de leaders dans le domaine de la recherche
4. Dans la foulée des efforts déployés récemment afin de recentrer le programme de l'Académie mondiale, l'ICRA devrait revoir sa stratégie opérationnelle concernant les objectifs généraux de recrutement et de maintien en poste de personnel hautement qualifié au Canada avec l'aide de l'ICRA. L'institut devrait soit déterminer les façons dont il peut influencer la réalisation des résultats liés au recrutement et au maintien en poste de personnel hautement qualifié, soit ne plus assumer la responsabilité de ce résultat.
Établissement de partenariats
5. L'ICRA devrait s'efforcer d'améliorer davantage sa visibilité, sa réputation et sa capacité à établir des partenariats institutionnels à long terme avec les communautés de recherche et de financement au-delà de l'Amérique du Nord. Il devrait songer à exploiter davantage les réseaux personnels et les contacts des participants au programme ainsi

que se donner comme défi de devenir un modèle international de premier plan, en tant qu'organisation unique capable de mobiliser, avec peu de ressources, les efforts collectifs et les capacités des groupes de chercheurs bien établis et émergents en vue d'aborder les questions pertinentes pour le monde entier. L'Institut devrait explorer plus activement les possibilités de partenariat découlant de la présence croissante de chercheurs et d'organismes de financement de la recherche des pays en développement.

Démonstration de l'efficience et de l'économie

6. Afin de tirer des conclusions plus pertinentes sur l'efficience et l'économie des activités de l'ICRA, on recommande à l'Institut de réaliser des études supplémentaires qui examinent les mécanismes et les processus d'exécution des programmes. L'initiative Appel d'idées mondial est une occasion appropriée. Bien que ce soit la première fois que l'Institut ait mis au point un programme de recherche concurrentiel, le mécanisme des appels concurrentiels est déjà bien établi parmi les bailleurs de fonds du secteur des IST au Canada et à l'étranger. Le bien-fondé de l'approche de l'ICRA devrait être comparé à des processus similaires menés ailleurs. L'ICRA peut également comparer ses différentes approches en matière de soutien à la recherche, de renforcement des capacités de recherche et de diffusion des connaissances à des processus similaires ou substituts utilisés ailleurs.

ANNEXE B : PROGRAMMES DE RECHERCHE DE L'ICRA

PROGRAMME	DESCRIPTION
Cerveau, esprit et conscience Azrieli	Cherche à examiner les fondements neuronaux de la conscience, ce qui mène à de meilleurs traitements pour les troubles de la santé mentale et à une meilleure compréhension des questions les plus profondes au sujet de la nature humaine.
Énergie solaire bio-inspirée	Vise à améliorer notre capacité à utiliser l'énergie solaire en tirant des leçons de l'efficacité remarquable de la photosynthèse dans les plantes, les algues et les bactéries photosynthétiques.
Développement du cerveau et de l'enfant	Examine la question fondamentale à savoir qu'elle incidence les expériences et les contextes sociaux peuvent avoir sur la biologie du développement et dans quelle mesure ceux-ci contribuent à définir les trajectoires précoces du développement et de la santé pendant toute la vie.
Cosmologie et Gravité	Cherche à expliquer de manière exhaustive la structure et l'évolution de l'univers, du premier moment de son existence à son destin ultime.
Réseaux génétiques	Vise à schématiser les réseaux biologiques qui traduisent les génomes en traits complexes et à améliorer notre compréhension fondamentale des systèmes biologiques pour permettre de nouveaux traitements et de nouvelles mesures préventives.
Microbiome humain	Examine le microbiome humain – les microbes qui vivent en nous et sur nous – et son rôle dans le développement et dans le comportement des êtres humains ainsi que son incidence sur notre évolution et notre société.
Institutions, Organisations et Croissance	Adopte une approche intégrée au sujet des questions fondamentales, telles que ce qui rend certains pays riches et d'autres pauvres; ce qui rend certaines sociétés violentes et d'autres pacifiques; ce qui rend certains États forts et d'autres fragiles, en examinant toujours les rôles cruciaux des différents types d'institutions.
Biodiversité microbienne intégrée	Explique le monde microbien diversifié qui entoure et imprègne la vie humaine. Les participants au programme transforment notre compréhension de la biodiversité et des approches en évolution constante de la médecine et de la santé, de la durabilité environnementale et de la biologie évolutive même.
Apprentissage automatique, apprentissage biologique	A pour objectif de faire connaître les principes informatiques et mathématiques qui permettent l'activité intellectuelle par l'apprentissage, automatique ou biologique.
Architecture moléculaire de la vie	Chercher à démêler l'information sur les processus moléculaires complexes qui sous-tendent les systèmes vivants, ce qui influe sur tout, depuis la compréhension de l'évolution jusqu'à notre capacité à traiter la maladie.
Information quantique	Réunit des scientifiques de l'informatique et des physiciens dans le but d'exploiter les propriétés étranges et fascinantes du monde quantique, où le simple fait d'observer un objet change sa nature, et ce, afin de fabriquer des ordinateurs quantiques.
Matériaux quantiques	Invente et explore les matériaux aux propriétés électroniques nouvelles et inhabituelles, comme la supraconductivité, susceptibles de révolutionner la technologie.
Interactions sociales, identité et mieux-être	Développe une nouvelle approche pour comprendre les problèmes économiques et sociaux en explorant les façons complexes dont les identités et les interactions sociales façonnent la santé, le bonheur et le bien-être.
Sociétés prospères	Explique les origines et les effets des inégalités sociales et pose la question : « Qu'est-ce qui fait qu'une société est prospère? »

Sources : Rapport annuel sur le rendement de l'ICRA 2015-2016

ANNEXE C : EXEMPLES D'INCIDENCE DES RECHERCHES DE L'ICRA³⁸

Modifications importantes à la politique économique

- Tim Besley (programme Institutions, Organisations et Croissance) et ses corédacteurs ont publié le premier volume de l'ouvrage *Tax by Design : The Mirrlees Review*, qui présente le tableau le plus complet des régimes fiscaux à l'ère moderne, y compris des propositions pour réformer le système britannique. Il s'agit du document le plus important sur les régimes fiscaux depuis des décennies.
- Michèle Lamont (programme des Sociétés prospères) a contribué à un rapport de la Banque mondiale portant sur le développement des enfants et des jeunes en période de crise. Ce rapport présente les résultats du programme des Sociétés prospères. Wuermli, Alice, et al. 2012. *A Conceptual Framework*, « Children and Youth in Crisis: Protecting and Promoting Human Development in Times of Economic Shocks », p. 29 à 101 [en anglais seulement]; Mattias et Lundberg et Wuermli, Alice. District fédéral de Columbia, La Banque internationale pour la reconstruction et le développement et la Banque mondiale.
- Francesco Trebbi (programme Institutions, Organisations et Croissance) a discuté, à l'automne 2015, de la réglementation bancaire et financière avec des fonctionnaires de la Banque du Canada et décrit les travaux qu'il mène sur la loi Dodd-Frank de 2010 avec Matilde Bombardini (et Marianne Bertrand), à la Banque qu'il a visitée en tant qu'ancien lauréat de la Bourse du gouverneur.

Changements dans les politiques publiques, amélioration de la prestation des services sociaux et des soins de santé et augmentation de la satisfaction dans la vie

- En juillet 2011, l'Assemblée générale des Nations Unies a adopté à l'unanimité une résolution recommandant que le bonheur et le bien-être soient des objectifs centraux des politiques. Conformément à cette résolution, une réunion de haut niveau a eu lieu à l'ONU le 2 avril 2012, précédée d'une réunion de 100 experts du domaine à l'Université Columbia le 1^{er} avril. Le document sous-jacent clé pour ces réunions a été le premier rapport mondial sur le bonheur, coparrainé par l'ICRA et copublié par John Helliwell, Richard Layard et Jeffrey Sachs. (Programme Interactions sociales, identité et mieux-être). Cinq des conférenciers de la rencontre du 1^{er} avril étaient affiliés au programme ISIME, y compris les deux codirecteurs et trois membres antérieurs et actuels du comité consultatif, soit Richard Layard, Bob Putnam et Danny Kahneman. Les progrès se poursuivent, puisque le 28 juin 2012, l'ONU a désigné le 20 mars comme étant la Journée internationale du bonheur.
- James Dunn (programme Sociétés prospères) de l'Université McMaster a réalisé des recherches complémentaires sur les logements subventionnés, dont une étude en cours sur le réaménagement de Regents Park, l'un des projets les plus connus de Toronto qui vise à fournir des logements aux personnes à faible revenu. L'étude a reçu un important financement de la Fondation MacArthur et est la première étude urbaine à l'extérieur des États-Unis à l'obtenir. La recherche de Dunn a mené à un vaste rapport pour Emploi et Développement social Canada sur la politique fondée sur la spécificité, qui a été produit en collaboration avec Evans et Neil Bradford, des invités aux réunions du

³⁸ Exemples fournis par l'ICRA

programme. Dunn, J.R., Bradford, N. et Evans, J. (2010). *Place-Based Policy Approaches – Practical Lessons and Applications for Community Development and Partnership Directorate*. [en anglais seulement] Ottawa : Emploi et Développement social Canada.

Innovations sociales ou techniques transformatrices

- Les systèmes de reconnaissance de la parole doivent étudier un modèle de sons associés à chaque partie de chaque phonème possible. Au cours des 30 dernières années, le paradigme dominant a été d'utiliser des modèles acoustiques fondés sur une méthode statistique appelée modèles de mélange gaussien. Au cours de la dernière année, on a commencé à remplacer les modèles de mélange gaussien par les réseaux neuronaux profonds mis au point par des participants au programme *Apprentissage automatique, apprentissage biologique*, les principaux groupes de recherche de la parole de Microsoft, de Google et d'IBM ayant démontré que ces réseaux neuronaux profonds sont nettement plus précis. Par exemple, le nouvel Android 4.1 utilise un réseau neuronal profond comme modèle acoustique, et Microsoft a aussi adopté cette nouvelle approche pour la recherche vocale (programme *Apprentissage automatique, apprentissage biologique* de l'ICRA).
- En collaboration avec des collègues de l'École polytechnique fédérale de Zurich (ETH), le groupe d'Alexandre Blais (programme *Information quantique*) a développé au cours des dernières années des techniques permettant d'étudier les propriétés quantiques des photons hyperfréquences émis par une telle structure. Ce type d'étude sur la lumière hyperfréquence à propagation libre est la première étape requise pour la communication quantique dans ces systèmes et elle pourrait être utilisée dans la construction d'un ordinateur quantique. Dans cette étude précise, les chercheurs ont utilisé une structure plus évoluée dotée de deux configurations d'électrodynamique quantique (EDQ) des circuits (essentiellement deux qubits et deux boîtes à photons distinctes) intégrées dans la même puce. Ces deux structures sont destinées à émettre simultanément une paire de photons hyperfréquences.
- Peter Hall, Arjumand Siddiqi, Clyde Hertzman et Chris McLeod (programme *Sociétés prospères*) ont étudié comment les méthodes comparatives d'économie politique peuvent servir à comprendre les inégalités en matière de santé au sein des sociétés et entre celles-ci. Ils ont regroupé les pays à revenu élevé dans des économies de marché coordonnées (EMC) et des économies de marché libérales (EML) ayant des autorités responsables du marché du travail différentes ainsi que des niveaux d'emploi et un régime de sécurité d'emploi pouvant entraîner des inégalités en matière de santé au travail. Les résultats montrent de grandes différences dans les relations entre le chômage et la santé selon le marché du travail et le contexte institutionnel et que ces différences varient selon le niveau d'études. En mettant l'accent sur une comparaison entre l'Allemagne et les États-Unis, ils ont montré que les Américains sans emploi, en particulier ceux ayant un faible niveau de scolarité ou ne touchant pas d'allocations de chômage, obtenaient les pires résultats en matière de santé par rapport à leurs homologues allemands.
- Gérard Bouchard (programme *Sociétés prospères*) a proposé une nouvelle définition de l'interculturalisme québécois comme modèle de gestion de la diversité ethnoculturelle. La caractéristique distinctive du modèle est que celui-ci tente de trouver l'équilibre entre les besoins concurrents (droits individuels, protection de la diversité, intégration, maintien d'une base symbolique sociale, développement d'une culture commune et autres). Le modèle présume que la réalité ethnoculturelle québécoise se présente comme une dualité, c'est-à-dire qu'il s'agit d'une relation entre une majorité et des cultures

minoritaires. Le but général de l'interculturalisme est de gérer cette relation selon les exigences du pluralisme.