



Évoluer dans des futurs collaboratifs

Le comité d'experts sur les partenariats
internationaux en science, technologie, innovation
et production de connaissances



CCA | CAC

Évoluer dans des futurs collaboratifs

Le comité d'experts sur les partenariats
internationaux en science, technologie, innovation
et production de connaissances



Le conseil des académies canadiennes 180, rue Elgin, bureau 1401, Ottawa (Ontario) Canada K2P 2K3

Le projet sur lequel porte ce rapport a été entrepris avec l'approbation du conseil d'administration et du Conseil des académies canadiennes (CAC). Les membres du comité d'experts responsables du rapport ont été choisis par le CAC en raison de leurs compétences particulières et dans le but d'obtenir un éventail équilibré de points de vue.

Ce rapport a été rédigé à l'intention d'Affaires mondiales Canada (AMC) qui souhaitait obtenir une évaluation indépendante. AMC n'a aucunement pris part à la sélection des membres du comité d'experts ni à la rédaction du rapport. Les opinions, constatations et conclusions présentées dans cette publication sont celles des auteurs, soit les membres du comité d'experts sur les partenariats internationaux en science, technologie, innovation et production de connaissances, et ne reflètent pas nécessairement le point de vue des organisations auxquelles ils sont affiliés ou dans lesquelles ils travaillent.

Bibliothèque et Archives Canada

ISBN: 978-1-990592-48-5 (livre)
978-1-990592-49-2 (livre électronique)

Ce rapport devrait être cité comme suit :

CAC — Conseil des académies canadiennes, 2024. *Évoluer dans des futurs collaboratifs*. Ottawa, ON, Le comité d'experts sur les partenariats internationaux en science, technologie, innovation et production de connaissances, CAC.

Avis de non-responsabilité

Les données et l'information Internet mentionnées dans le présent rapport étaient exactes, à la connaissance du CAC, au moment de la publication. En raison de la nature dynamique d'Internet, des ressources gratuites et accessibles au public peuvent subséquemment faire l'objet de restrictions ou de frais d'accès, et l'emplacement des éléments d'information peut changer lorsque les menus et les pages Web sont modifiés.

Image de couverture : la proximité du drapeau d'un pays par rapport à celui du Canada est déterminée par le niveau de copublications de recherche au cours de la période 2010-2020, tel qu'indiqué dans le tableau 3.2 du présent rapport.



© 2024 Conseil des académies canadiennes
Imprimé à Ottawa, Canada



Ce projet a été rendu possible grâce au soutien du gouvernement du Canada

Le comité d'experts sur les partenariats internationaux en science, technologie, innovation et production de connaissances aimerait remercier les Inuits, les Métis et les Premières Nations d'avoir, depuis toujours, assuré l'intendance du territoire qu'on appelle aujourd'hui le Canada.

Le Conseil des académies canadiennes (CAC) reconnaît que ses bureaux d'Ottawa sont situés sur le territoire ancestral non cédé et non abandonné de la Nation algonquine Anishinaabe, qui a pris soin de l'environnement de ce territoire depuis des millénaires. Bien que les bureaux du CAC se trouvent à cet endroit, ses travaux en faveur de la prise de décision éclairée par des données probantes peuvent avoir des bienfaits plus étendus dans tout le Canada. Le CAC reconnaît l'importance de s'appuyer sur un large éventail de connaissances et d'expériences pour élaborer des politiques qui permettront de bâtir une société plus forte, plus équitable et plus juste.

Le CAC

Le CAC est un organisme sans but lucratif qui réalise des évaluations indépendantes, fondées sur la science et faisant autorité, par l'entremise de comités d'experts, afin de guider l'élaboration de politiques publiques au Canada. Dirigés par un conseil d'administration et guidés par un comité consultatif scientifique, les travaux du CAC répondent à une large définition de la science, qui intègre les sciences naturelles, sociales et de la santé, ainsi que le génie et les sciences humaines. Les évaluations du CAC sont réalisées par des comités multidisciplinaires et indépendants d'experts canadiens et étrangers. Ces évaluations cherchent à cerner les problèmes nouveaux, les lacunes de connaissances, les forces du Canada, et les tendances et pratiques internationales. Ces études fournissent aux décideurs gouvernementaux, aux chercheurs et aux parties prenantes l'information de grande qualité dont ils ont besoin pour élaborer des politiques publiques éclairées et innovatrices.

Tous les rapports d'évaluation du CAC sont soumis à un examen formel et sont publiés et mis à la disposition du public sans frais. Les évaluations peuvent être entreprises à la demande de fondations, d'organismes non gouvernementaux, du secteur privé et de tout ordre de gouvernement.

www.rapports-cac.ca

@cca_reports

Comité d'experts sur les partenariats internationaux en science, technologie, innovation et production de connaissances

Guidé par son comité consultatif scientifique et son conseil d'administration, le CAC a constitué le **comité d'experts sur les partenariats internationaux en science, technologie, innovation et production de connaissances** pour mener à bien cette évaluation. Chacun des membres de ce comité a été choisi pour son expertise, son expérience et son leadership éprouvé dans des domaines pertinents pour le projet.

Monica Gattinger (présidente), directrice, Institut pour la science, la société et la politique; professeure titulaire, Université d'Ottawa (Ottawa, Ont.)

Stewart Beck, Fellow distingué, Fondation Asie Pacifique du Canada; Fellow, Institut canadien des affaires mondiales (Vancouver, C.-B.)

Paul A. Berkman, fondateur et président, Centre de diplomatie scientifique; attaché supérieur de recherches, Institut des Nations Unies pour la formation et la recherche; professeur agrégé, programme de négociation, École de droit d'Harvard; directeur associé, Diplomatie scientifique, Harvard-MIT Public Disputes Program (Falmouth, MA)

Karen Croteau, associée, Goss Gilroy Inc. (Ottawa, Ont.)

Paul Dufour, directeur, PaulicyWorks (Gatineau, Qc)

Meredith Lilly, professeure agrégée et titulaire de la chaire Simon Reisman en politique économique internationale, Écoles des affaires internationales Norman Paterson, Université Carleton (Ottawa, Ont.)

David Perry, président et analyste principal, Institut canadien des affaires mondiales (Ottawa, Ont.)

Caroline S. Wagner, professeure, Collège John Glenn d'affaires publiques, Université Ohio State (Columbus, OH)

Jennifer Welsh, chaire de recherche Canada 150 en gouvernance et sécurité mondiales; directrice, Centre d'études sur la paix et la sécurité internationales; professeure, Université McGill (Montréal, Qc)

Le CAC remercie également **David Audretsch**, professeur distingué, chaire Ameritech de développement économique; directeur, Institut des stratégies de développement, Université de l'Indiana (Bloomington, IN), et **Peggy van de Plassche**, fondatrice et présidente-directrice générale, Roar Growth (Toronto, Ont.), pour leur contribution.

Participants à l'atelier et conférenciers extérieurs

Dans le cadre du recueil des données probantes, le comité d'experts a tenu un atelier qui a réuni ses membres et neuf autres experts. Il a également fait appel à plusieurs conférenciers extérieurs.

Heather Chalmers, présidente et chef de la direction, GE Canada

Mehrdad Hariri, fondateur et président-directeur général, Centre sur les politiques scientifiques canadiennes

Le très honorable David Johnston, C.P., C.C., C.M.M., C.O.M., C.D., MSRC, ancien gouverneur général du Canada et président, Fondation Rideau Hall

John Knubley, ancien sous-ministre adjoint, Innovation, Sciences et Développement économique Canada

Lisa Koperqualuk, présidente, Conseil circumpolaire inuit du Canada

Valérie La Traverse, vice-présidente, Affaires générales, Conseil de recherches en sciences humaines

Pooja Shree Mishra, scientifique et analyste de données principale, Agence de la santé publique du Canada

David Moorman, conseiller politique principal, U15 Regroupement des universités de recherche du Canada

Marie-Lucie Morin, C.P., O.C., ancienne conseillère en sécurité nationale

Chidi Oguamanam, professeur, Faculté de droit, Section de Common Law, Université d'Ottawa

Rémi Quirion, O.C., C.Q., scientifique en chef du Québec

Nigel J.T. Smith, directeur général, TRIUMF

Éliane Ubalijoro, directrice, Pole mondial Canada, Future Earth; directrice générale, Durabilité à l'Ère Numérique

Robert (Bob) Walker, attaché supérieur de recherches, Institut pour la science, la société et la politique, Université d'Ottawa

David B. Watters, président, Global Advantage Consulting Group

Robert (Bob) Watts, vice-président responsable des relations avec les Peuples autochtones et des programmes stratégiques, Société de gestion des déchets nucléaires

Carl Weatherell, directeur administratif et chef de la direction, Conseil Canadien de l'Innovation Minière; président, ReThink Mining Ventures

Personnes interviewées

Le personnel du CAC s'est également entretenu avec des responsables des organismes suivants, membres du Réseau interministériel sur la science et la technologie internationales :

Agriculture et Agroalimentaire Canada

Fondation canadienne pour l'innovation

Agence canadienne d'inspection des aliments

Instituts de recherche en santé du Canada

Agence spatiale canadienne

CIFAR

Recherche et développement pour la défense Canada

Environnement et Changement climatique Canada

Pêches et Océans Canada

Affaires mondiales Canada

Innovation, Science et Développement économique Canada

Centre de recherches pour le développement international

Mitacs

Conseil national de recherches Canada

Ressources naturelles Canada

Conseil national de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada

Savoir polaire Canada

Conseil de recherche en sciences humaines

Message du président-directeur général intérimaire

Il y a trente ans, un rapport du Conseil consultatif national des sciences et de la technologie présentait le Canada comme un « intervenant mineur mais important dans le monde des sciences et de la technologie », jouissant d'un grand nombre de ressources nationales applicables et de relations internationales considérables. Le même rapport demandait « une approche plus organisée, reposant sur un cadre d'objectifs et de critères nationaux, en ce qui concerne la planification et la gestion de l'activité scientifique et technologique internationale ».

Au cours des années qui ont suivi, des experts et des comités chargés d'évaluer la science, la technologie, l'innovation et la production de connaissances (STIC) du Canada à l'échelle internationale ont lancé des appels semblables. Or, le Canada n'a toujours pas de cadre stratégique pour évaluer ses partenariats en STIC. Cette lacune constitue un sérieux obstacle au maintien de notre excellence scientifique et technologique, au renforcement de notre prospérité et de notre résilience et au maintien de notre rang international.

Évoluer dans des futurs collaboratifs propose une approche stratégique de la priorisation et de l'évaluation des partenariats internationaux fondée sur nos priorités nationales. Il propose un guide pour la prise de décision concernant les partenariats internationaux en STIC du Canada, qui s'appuie sur l'expertise essentielle procurée par la diplomatie scientifique, la sécurité mondiale, l'économie, le commerce et l'innovation. Il équilibre le besoin de stabilité et la flexibilité nécessaire pour soutenir les priorités et les partenariats actuels du Canada et les garantir pour l'avenir.

Nous envisageons l'avenir à partir de nos connaissances actuelles, tout en reconnaissant les contributions historiques de celles et ceux qui ont déjà été confrontés à ces questions. Dans ce contexte, je suis reconnaissant aux membres du comité d'experts, présidé par Monica Gattinger, d'avoir étudié cette situation complexe avec intelligence et soin et avec une foi absolue en l'avenir du Canada.



Tijs Creutzberg

Président-directeur général intérimaire, Conseil des académies canadiennes

Message de la présidente

Le paysage de la production mondiale de connaissances est en train de changer radicalement, un nombre croissant d'économies émergentes investissant de manière importante dans la science et l'innovation. La dynamique en faveur de la science ouverte s'est renforcée et les connaissances sont de plus en plus produites en collaboration avec les peuples autochtones.

Les possibilités de collaboration n'ont jamais été aussi nombreuses; la collaboration n'a jamais non plus été aussi cruciale. Les épineux problèmes mondiaux — pandémies, changements climatiques, cybercriminalité — dépassent en effet les capacités de résolution d'une seule nation. Le Canada est confronté à une situation géopolitique qui a fondamentalement évolué, de plus en plus protectionniste, volatile et incertaine et qui met à l'épreuve l'ordre international fondé sur des règles.

Dans ce contexte, les partenariats internationaux du Canada en STIC sont essentiels. Ils permettent au pays d'améliorer son bien-être socioéconomique, de participer à des chaînes de valeur complexes, de renforcer sa prospérité à long terme et d'améliorer sa résilience.

Mais nous devons en faire plus pour maximiser leur potentiel.

L'approche suivie par le Canada en ce qui concerne les partenariats internationaux en STIC est très décentralisée, ce qui reflète la réalité de notre système, mais aussi les avantages des collaborations ascendantes, menées par les chercheurs. Cependant, le pays a longtemps lutté pour bien arrimer ses activités de STIC nationales à ses priorités nationales dans l'arène mondiale et à bien en tirer parti, et les appels répétés en faveur d'un cadre stratégique sont restés lettre morte. Il est de plus en plus nécessaire et urgent d'améliorer la coordination stratégique. Tout comme de saisir les possibilités qui s'offrent à nous si nous voulons parvenir à cette amélioration.

Dans ce rapport, le comité d'experts cerne les éléments clés d'un cadre stratégique guidant l'évaluation et la priorisation des possibilités de partenariats internationaux en STIC. Ce cadre est fondé sur les priorités nationales, sur l'exploitation de la valeur et sur l'obtention d'avantages pour le Canada. Il propose des critères, des indicateurs et des mesures étayant une prise de décision rigoureuse et fondée sur des données, et examine également la gouvernance et d'autres facteurs contribuant à la mise en œuvre réussie d'un tel cadre.

J'ai été honorée de présider ce comité d'experts. Je remercie chaleureusement mes collègues membres, qui ont généreusement offert leur temps et leur expertise tout au long de l'évaluation. La diversité des disciplines, des expériences et des points de vue a débouché sur un dialogue riche et stimulant. Je salue l'engagement sans faille des membres du comité d'experts à l'égard du processus, ainsi que leur esprit de collaboration et de collégialité.

Cette évaluation a bénéficié d'un immense travail de recueil de renseignements; au nom de mes collègues, je tiens à remercier le personnel du Conseil des académies canadiennes pour ses recherches et son soutien exceptionnels. Je tiens également à saluer et à remercier les participants à l'atelier, les conférenciers extérieurs, les personnes interrogées et les pairs examinateurs pour leurs idées et leurs commentaires précieux qui ont bonifié le rapport.

Toutes les personnes qui ont collaboré à cette évaluation sont déterminées à aider le Canada à adopter une approche plus stratégique des partenariats en STIC internationaux. Nous espérons que ce rapport apportera une contribution opportune et réfléchie, et nous sommes prêts à aider à traduire nos conclusions en actions.



Monica Gattinger

Présidente, comité d'experts sur les partenariats internationaux en science, technologie, innovation et production de connaissances

Personnel du projet du CAC

Équipe d'évaluation : **Jeff Kinder**, directeur de projet
Amanda Bennett, associée de recherche
Michael Jewer, associé de recherche
Madison Downe, coordonnatrice de projet
Agnes Sternadel, coordonnatrice de projet

Publication et communications : **Andrea Hopkins**, gestionnaire, planification et production
Brendan Fitzgerald, spécialiste en communication

Avec la participation de : **Atinuke Olajide**, chercheuse

et :

Révision	Jody Cooper
Mise en page	gordongroup TAAG
Traduction, en-fr	François Abraham

Examen du rapport

Le présent rapport (sous forme d'ébauche) a été examiné par les personnes répertoriées ci-dessous, qui ont été sélectionnées par le CAC pour la diversité de leurs points de vue et de leurs domaines d'expertise. Les examinateurs ont évalué l'objectivité et la qualité du rapport. Le comité a étudié intégralement leurs observations confidentielles et a intégré bon nombre de leurs suggestions. Le CAC ne leur a pas demandé de cautionner les conclusions du rapport et ils n'ont pas vu la version finale avant publication. La responsabilité du contenu final de ce rapport incombe entièrement au comité d'experts qui l'a rédigé et au CAC.

Le CAC tient à remercier les personnes suivantes pour leur examen du présent rapport :

Jeffrey M. Alexander, directeur, Politique d'innovation, RTI International (Washington, D.C.)

David Audretsch, professeur distingué, Chaire Ameritech de développement économique; directeur, Institut des stratégies de développement, Université de l'Indiana (Bloomington, IN)

Dan Ciuriak, directeur et principal, Ciuriak Consulting (Ottawa, Ont.)

Kerstin Cuhls, gestionnaire de projet, Institut Fraunhofer pour la recherche sur les systèmes et l'innovation; professeure, Université de Heidelberg (Karlsruhe, Allemagne)

Karen Dodds, présidente, conseil d'administration, Musée canadien de la nature; présidente du conseil d'administration, Marine Environmental Observation, Prediction and Response Network (Ottawa, Ont.)

Ellie Griffith, vice-présidente adjointe, Recherche, Michael Smith Health Research BC (Vancouver, C.-B.)

Adam Lajeunesse, professeur associé, Université St. Francis Xavier (Antigonish, N.-É.)

Nigel Lockyer, directeur, Cornell Laboratory for Accelerator-based Sciences and Education (Batavia, IL)

Meghna Ramaswamy, directrice, Bureau international, Université de la Saskatchewan (Saskatoon, Sask.)

L'examen du rapport a été supervisé, au nom du conseil d'administration et du comité consultatif scientifique du CAC, par **Digvir S. Jayas, O.C., MSRC, FACG**, professeur distingué et vice-président, Recherche et international, Université du Manitoba. Son rôle était de veiller à ce que le comité d'experts prenne en considération de façon entière et équitable les avis des examinateurs. Le conseil d'administration du CAC n'autorise la publication d'un rapport de comité d'experts qu'une fois que la personne chargée de superviser l'examen du rapport par les pairs a confirmé que celui-ci satisfait bien aux exigences du CAC. Le CAC remercie monsieur Jayas d'avoir supervisé consciencieusement l'examen du rapport.

Remerciements

Le comité d'experts et le personnel du CAC tiennent à remercier sincèrement les personnes suivantes pour les renseignements et les points de vue qu'elles ont offerts :

David Golding, directeur adjoint intérimaire, Innovate UK

Ömer Kaya, directeur général, Global Advantage Consulting Group.

Susie Kitchens, directrice adjointe, Recherche et innovation mondiales, ministère de la Science, de l'Innovation et de la Technologie, Royaume-Uni

Caroline Martin, déléguée commerciale, Science et technologie, haut-commissariat du Canada, Royaume-Uni

Michael Rowell, directeur, Politique et recherche, Global Advantage Consulting Group

David B. Watters, président, Global Advantage Consulting Group

Résumé

Les possibilités de partenariats internationaux se multiplient parallèlement à la rapidité et à la complexité croissante des nouvelles découvertes scientifiques et des innovations émergentes. Plus de nations que jamais contribuent à l'environnement mondial de la science, technologie, innovation et production de connaissances (STIC). Des impératifs importants tels que la pandémie de COVID-19, les problèmes de chaîne d'approvisionnement, les tensions géopolitiques et les changements climatiques soulignent encore l'urgence d'une coopération et d'une collaboration internationales en matière de STIC. Dans le même temps, les préoccupations relatives à la sécurité et d'autres intérêts nationaux influencent le mouvement en faveur d'une science ouverte et d'approches transdisciplinaires.

Les défis mondiaux exigent des réponses mondiales. Les partenariats internationaux en STIC offrent la possibilité d'accélérer les solutions collectives, tout en répondant aux priorités nationales. Ils créent également un mécanisme de recherche de consensus dans un contexte géopolitique complexe et changeant. Des partenariats stratégiques et délibérés, coordonnés à l'échelle nationale grâce à un cadre décisionnel qui répond aux priorités nationales, peuvent aider le Canada à saisir les occasions, à gérer les risques qui les accompagnent et à bâtir des réponses efficaces aux difficultés mondiales d'aujourd'hui. Lorsqu'il s'engage dans des partenariats internationaux en STIC, le Canada peut agir comme un leader mondial des approches ouvertes et inclusives de la collaboration qui donnent accès à la prospérité, à la résilience et à un large éventail d'autres avantages pour le pays. Mais le besoin d'une approche stratégique se fait cruellement sentir.

Reconnaissant les possibilités et les défis créés par l'expansion du système mondial de STIC mondial, Affaires mondiales Canada (AMC) et 10 ministères et organismes fédéraux ont demandé au Conseil des académies canadiennes (CAC) de constituer un comité d'experts afin de réaliser une évaluation fondée sur les données probantes et faisant autorité sur la question et les sous-questions suivantes :



Dans un monde post-COVID, comment les organismes publics, privés et universitaires du Canada évaluent-ils et priorisent-ils les possibilités de partenariats en science, technologie et innovation (STI) avec d'autres pays pour atteindre les objectifs nationaux clés, au moyen d'indicateurs s'appuyant sur des données probantes objectives dans la mesure du possible?

- Comment les ministères et organismes fédéraux et certains ministères et organismes provinciaux et territoriaux à vocation scientifique, les organismes de STI qu'ils financent (p. ex. la Fondation canadienne pour l'innovation) et les établissements d'enseignement (collectivement, l'écosystème canadien de STI) évaluent-ils actuellement les possibilités de partenariats internationaux en STI et choisissent-ils leurs partenaires étrangers prioritaires afin d'atteindre leurs objectifs?
- Compte tenu des meilleures pratiques internationales, quels seraient les éléments clés d'un nouveau cadre d'évaluation des possibilités de partenariats internationaux en STI pour le Canada, notamment les critères, les indicateurs et les mesures objectives, dans la mesure du possible?
- Quels sont les facteurs de gouvernance et autres facteurs de réussite permettant l'utilisation efficace et constante d'un nouveau cadre fédéral de collaboration internationale en matière de STI?

Pour répondre à ce mandat, le CAC a mis sur pied un comité multidisciplinaire et multisectoriel de neuf experts du Canada et des États-Unis, le comité d'experts sur les partenariats internationaux en science, technologie, innovation et production de connaissances, ci-après le comité d'experts. Le rapport final reflète le consensus du comité à la suite de son évaluation des données probantes.

Éléments d'un cadre d'évaluation des partenariats internationaux en STIC

Pour ce rapport, le comité d'experts a considéré que la science (S) et la technologie (T) englobaient toutes les activités liées à la production, à l'avancement, à la diffusion et à l'application des connaissances dans tous les domaines scientifiques et technologiques. L'innovation (I) correspond aux produits et processus nouveaux ou améliorés qui sont mis en application dans un système et créent de la valeur. Conscient des systèmes de connaissances existant en dehors du cadre standard de la STI, notamment le savoir autochtone, le comité d'experts a ajouté la production

de connaissances (C) afin d'inclure à la fois les pratiques de production de connaissances et l'ensemble des connaissances au-delà de la STI. Les partenariats en STIC sont des relations formalisées entre des chercheurs, des établissements et des gouvernements qui se focalisent sur les activités et les résultats en matière de STIC. Le comité d'experts axe son examen des données probantes sur les partenariats internationaux en STIC en tant que relations qui créent ou favorisent des activités de STIC coopératives au niveau national ou organisationnel.

Le mandat du comité d'experts porte sur les éléments clés d'un cadre axé sur les données nécessaires pour évaluer et prioriser les possibilités de partenariats internationaux en STIC. Bien que les utilisateurs des éléments étudiés dans ce rapport proviennent principalement du gouvernement fédéral et des entités connexes, le comité estime que toute organisation publique, privée ou universitaire qui envisage de participer à des partenariats internationaux en STIC ou qui y participe peut trouver un intérêt à appliquer ces éléments. Les éléments du cadre sont donc présentés de manière à offrir suffisamment de flexibilité pour servir les ententes de partenariat à tous les niveaux de développement de la STIC — des partenariats ascendants axés sur les chercheurs aux partenariats descendants axés sur la mission — et pour inclure à la fois les exploitants soutenus par le gouvernement et les exploitants indépendants.

Le comité d'experts examine les trois étapes clés de l'évaluation des partenariats : i) la formulation des objectifs; ii) la détermination, l'évaluation et la pondération des indicateurs appropriés et iii) la prise de décision quant à la conclusion ou au maintien d'un partenariat international. Les deux premières étapes sont soutenues par les éléments du *Priorités nationales, Exploitation de la valeur et Avantages pour le Canada*; la troisième étape, soit la prise de décision, se situe dans la zone de chevauchement entre ces trois éléments. La réussite de la mise en œuvre des éléments du cadre dépendra de l'ampleur du soutien offert, notamment en ce qui concerne la prospective stratégique, les sources et l'analyse des données, la gouvernance, et l'évaluation et l'adaptabilité du cadre lui-même face à l'évolution du contexte et des usages. Ces éléments sont essentiels à la réussite du cadre (figure 1).



Figure 1 Éléments d'un cadre de priorisation des possibilités de partenariats internationaux en STIC

Les évaluations des possibilités de partenariats internationaux en STIC sont centrées sur la satisfaction des priorités nationales — bien que celles-ci diffèrent selon le contexte. Ainsi, une première formulation des objectifs du partenariat est nécessaire pour définir les résultats souhaités et les indicateurs et mesures les concernant. Les possibilités de partenariats sont également évaluées en fonction des situations actuelle et prévue en matière de STIC, au niveau national comme international. La réussite d'un tel cadre repose sur des facteurs de flexibilité et de

réactivité, ainsi que sur les risques posés par l'action et l'inaction lorsqu'il s'agit de saisir de telles occasions. Ces éléments peuvent être combinés pour créer un cadre décisionnel adaptable à différents contextes et différentes situations.

Priorités nationales

La détermination des *Priorités nationales* auxquelles les partenariats potentiels sont censés répondre aidera à formuler les objectifs et les résultats souhaités (figure 2). Ces objectifs et résultats servent à définir les indicateurs et les données pertinents pour les deux autres éléments principaux du cadre, *Exploitation de la valeur* et *Avantages pour le Canada*.

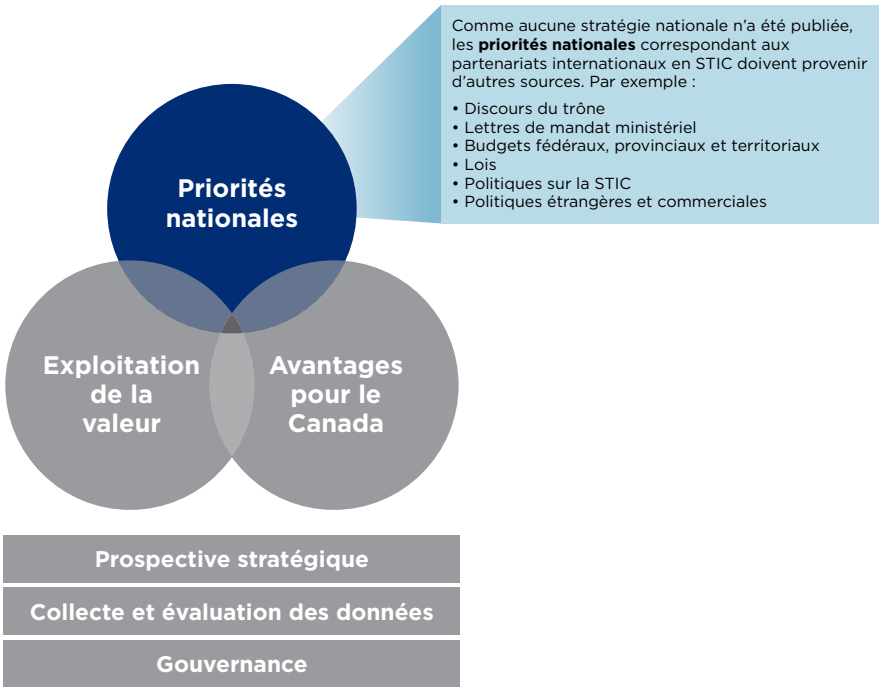


Figure 2 Définir les Priorités nationales afin de formuler les objectifs d'un partenariat

La définition des priorités nationales aide les utilisateurs du cadre à formuler les objectifs du partenariat international en STIC. Les objectifs qui reflètent des intérêts multiples, tels que ceux incluant des priorités provinciales et territoriales, mondiales, ministérielles ou programmatiques particulières, offrent des avantages potentiels plus grands que ceux qui ne reflètent que des points de vue nationaux.

Les priorités nationales peuvent provenir du discours du Trône, des lettres de mandat ministériel, du budget, de la loi, des politiques de STIC et des politiques étrangère et commerciale. Les domaines pour lesquels il y a un chevauchement des priorités entre des ministères peuvent être particulièrement pertinents pour les partenariats internationaux, car ils peuvent révéler une interaction potentielle plus soutenue entre les ministères et les organismes.



Ce que nous avons entendu

Les personnes interrogées, les conférenciers extérieurs et les participants aux ateliers ont souligné la nécessité d'une vision à long terme de la STIC pour le Canada, afin de fixer des priorités claires à l'échelon national, infranational et organisationnel.

Les priorités infranationales peuvent préciser les critères clés ou offrir une justification plus détaillée pour s'engager ou pas dans un partenariat international ou pour poursuivre ou pas un tel partenariat. Les politiques, stratégies et annonces de financement provinciales et territoriales en matière de STIC peuvent aider à déterminer si les différentes occasions de partenariat correspondent aux priorités des gouvernements infranationaux. De même, selon le contexte, les particularités des priorités ministérielles ou programmatiques d'autres ordres de gouvernement peuvent fournir des critères supplémentaires pour l'évaluation ou la priorisation des possibilités de partenariats internationaux en STIC.

Exploitation de la valeur

Maximiser les résultats des partenariats internationaux en STIC exige une organisation, une stratégie et une coordination entre les acteurs de l'écosystème de STIC — au niveau national comme international. La formulation des objectifs clarifie ceux auxquels un partenariat potentiel donné répondrait, une autre étape importante de l'évaluation de toute relation proposée ou en cours consistant à évaluer les activités par rapport à l'écosystème des activités et des accords nationaux et internationaux (figure 3).

La **valeur** d'un partenariat est **exploitée** dans le contexte des relations et des engagements existants. Comment cette possibilité s'inscrit-elle dans le système de STIC actuel du Canada, au niveau international comme national? Envisager :

- les relations et réseaux existants
- le financement de la STIC
- les engagements actuels en STIC
- les atouts et les forces de la STIC canadienne
- Les stratégies et ententes



Figure 3 Évaluation et Exploitation de la valeur des partenariats proposés

Des partenariats internationaux en STIC fructueux permettront non seulement de créer de nouvelles relations, mais aussi d'entretenir les relations et les activités existantes dans des domaines pertinents, au niveau national comme international. L'évaluation de la valeur stratégique permet d'examiner la complémentarité et l'unicité, deux éléments susceptibles d'éclairer les négociations ultérieures des accords de partenariat.

Une bonne connaissance du système actuel et des forces et faiblesses du Canada est essentielle pour prendre des décisions éclairées au sujet des partenariats internationaux en STIC qui répondent aux besoins à court et à long terme. La connaissance des accords existants et des avantages qu'ils procurent peut orienter les décisions de partenariat vers les ressources disponibles ou loin des obstacles évitables. L'exploitation stratégique de la valeur peut prendre de nombreuses formes — les partenariats peuvent être choisis pour tirer parti des points forts, remédier aux faiblesses ou répondre aux futurs besoins technologiques et domaines de croissance. Enfin, il est essentiel de connaître le contexte mondial de la STIC pour fixer les priorités et cerner les possibilités de promouvoir les intérêts canadiens.



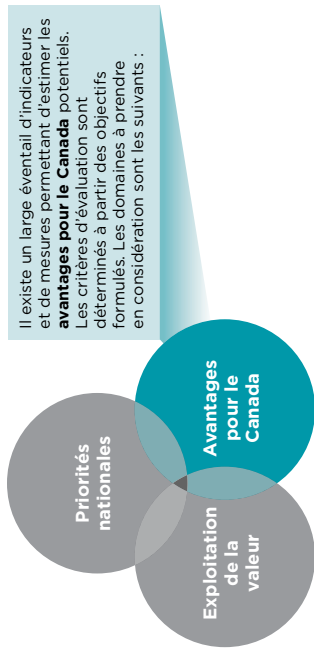
Ce que nous avons entendu

La création de valeur pour le Canada est un résultat essentiel des partenariats internationaux en STIC. Les personnes interrogées et les participants à l'atelier ont souligné l'absence de cadre permettant de coordonner les activités de STIC nationales et internationales autour d'une stratégie afin d'accroître la valeur pour les organismes canadiens.

Avantages pour le Canada

Pour être couronné de succès, tout partenariat international en STIC conclu par le Canada doit procurer des avantages au pays. D'une manière générale, les avantages d'un partenariat en STIC sont la promotion des intérêts canadiens et le renforcement des capacités au Canada. Ces capacités peuvent inclure l'introduction d'idées nouvelles, de points de vue, d'innovations ou de connaissances uniques. Les *Avantages pour le Canada* peuvent également être l'amélioration de la résilience nationale — par exemple quand le partenariat répond à des questions urgentes de sécurité nationale à court terme ou contribue à la durabilité à long terme. Les utilisateurs d'un cadre doivent définir ces avantages par rapport aux objectifs du partenariat considéré, puis choisir les indicateurs ou les mesures qui permettent le mieux de les prévoir ou de les mesurer directement. Si les possibilités de partenariats comprennent les avantages déjà établis — c'est-à-dire si la décision porte sur la poursuite d'un partenariat plutôt que sur le choix de nouvelles possibilités — les utilisateurs peuvent décider de mesurer directement les avantages passés. Si le partenariat cherche à établir une nouvelle relation, les indicateurs choisis seront ceux qui permettent le mieux de prévoir les résultats (figure 4).

Les indicateurs recueillent et synthétisent des mesures quantitatives et qualitatives intéressantes pour faciliter l'évaluation et la comparaison utiles à différentes échelles (p. ex. entre les pays, les disciplines ou les établissements). La sélection et l'évaluation des indicateurs et des mesures sont des tâches complexes qui nécessitent un gros investissement en temps et en ressources humaines tôt dans le processus décisionnel. Cependant, ces opérations font des éléments du cadre des outils utiles pour la prise de décision. Les chapitres 4, 5 et 6 examinent en détail les différents types d'indicateurs, leurs usages et leurs limites, ainsi que leur utilisation potentielle dans différents scénarios. Ils se penchent aussi sur les avantages pour le Canada dans trois principales catégories : innovation, renforcement des capacités scientifiques et production de connaissances, et résilience nationale.



Résilience nationale	Critères (exemples d'indicateurs)
Diplomatie	<ul style="list-style-type: none"> • Résultats diplomatiques (nouvelles politiques, centres d'innovation)
Durabilité	<ul style="list-style-type: none"> • Durabilité (développement, émissions) • Réciprocité (bénéfice mutuel équitable) • Engagement et vision (stratégies pour l'avenir)
Sécurité	<ul style="list-style-type: none"> • Sécurité nationale (appartenance à des réseaux de sécurité) • Influence étrangère (vulnérabilité) • Cybersécurité (harmonisation, menaces) • Sécurité de la recherche (activités sanctionnées)
Capacité scientifique et production de connaissances	Critères (exemples d'indicateurs)
Excellence	<ul style="list-style-type: none"> • Rigueur (examen par les pairs) • Production (publications, autres produits) • Impact (citations)
Science ouverte	<ul style="list-style-type: none"> • Principes FAIR* (politiques) • Collaboration (copublications)
Talents	<ul style="list-style-type: none"> • Potentiel (position dans le réseau) • Expertise (citations) • Mobilité (politiques, programmes)
Infrastructure	<ul style="list-style-type: none"> • Emplacement (unicité) • Établissements (classement) • Installations (accessibilité)
Innovation	Critères (exemples d'indicateurs)
Collaboration et commercialisation	<ul style="list-style-type: none"> • Préparation à la collaboration (complémentarité) • Commercialisation et croissance (taille et rendement de l'entreprise) • Intrants (investissements en R-D, ressources) • Actifs (corporels et incorporels) • Production (croissance)
Commerce	<ul style="list-style-type: none"> • Système commercial (importations et exportations) • Réglementation et barrières (tarifs, quotas) • Établissement de normes et harmonisation réglementaire (création de normes, adoption)

Figure 4 Accroissement de l'innovation, de la capacité scientifique et de la production de connaissances, et de la résilience nationale en tant qu'Avantages pour le Canada

Les partenariats internationaux en STIC doivent procurer des avantages au Canada pour justifier leur recherche. La détermination de ces avantages permet d'établir des critères d'évaluation. Les indicateurs utiles reflètent les qualités qu'un partenaire potentiel apportera et qui produiront ces avantages pour le Canada, comme en témoignent ses activités, ses résultats et ses relations actuels.

*Les principes FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable) — soit des données faciles à trouver, accessibles, interoperables et réutilisables) —

Facteurs de réussite

Bien que les éléments décrits ci-dessus — *Priorités nationales*, *Exploitation de la valeur* et *Avantages pour le Canada* — soient nécessaires au processus décisionnel, ils sont incomplets. D'autres facteurs — la prospective stratégique, la collecte et l'analyse des données et les éléments de gouvernance — sont cruciaux pour la réactivité, la longévité et le succès d'un cadre (figure 5).

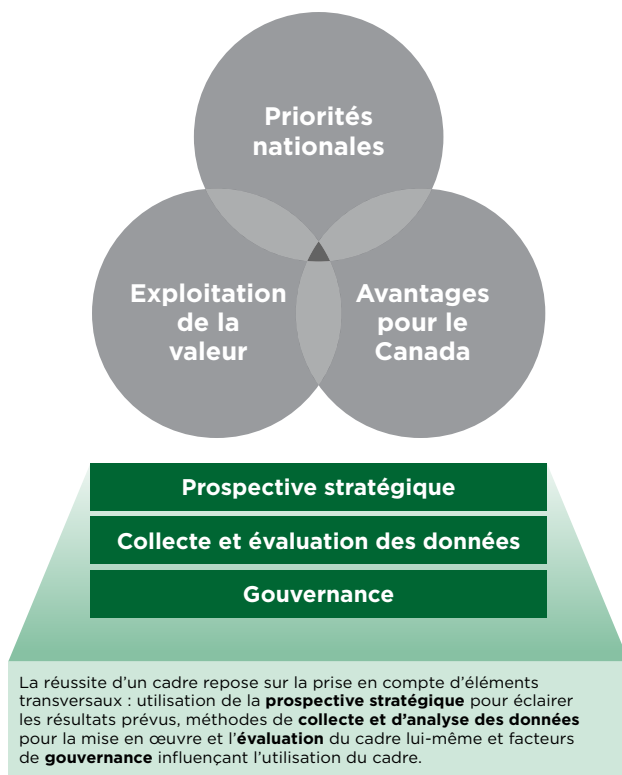


Figure 5 Éléments essentiels au succès : prospective stratégique, gouvernance et collecte et évaluation des données

Les principaux éléments d'un processus décisionnel — fixer des objectifs pour répondre aux *Priorités nationales*, assurer l'*Exploitation de la valeur* et mesurer les *Avantages pour le Canada* escomptés — sont incomplets sans une infrastructure de mise en œuvre. Une structure de gouvernance qui comprend la coordination, l'allocation des ressources et la responsabilisation contribue à garantir l'efficacité, la longévité et la transparence; des dépôts et des sources de données accessibles et à jour permettent d'assurer la réactivité; l'évaluation continue de la mise en œuvre du cadre jette les bases de l'adaptation; et l'utilisation de la prospective stratégique permet de garantir que les décisions s'inscrivent dans le court et le long terme.



Ce que nous avons entendu

Les personnes interrogées, les participants aux ateliers et les conférenciers extérieurs ont mentionné à plusieurs reprises la nécessité d'une coordination et de canaux de communication clairs entre les organisations qui se lancent dans des partenariats internationaux. Ils ont également averti que tout nouveau cadre ne devrait pas alourdir le fardeau bureaucratique et imposer des contraintes à la réactivité ou à la souplesse du Canada dans la mise en œuvre de partenariats internationaux.

Bien qu'il n'y ait guère de données probantes quant à la méthode de mise en œuvre d'un cadre décisionnel qui conviendrait le mieux au contexte canadien, le comité d'experts note qu'il existe des facteurs clés de réussite pouvant aider la mise en application d'un tel cadre. Ces facteurs sont examinés en détail au chapitre 7.

Assemblage des éléments

Une fois les éléments du cadre choisis, il faut les assembler et les ordonner selon une forme logique afin d'éclairer l'évaluation des partenariats en STIC potentiels ou existants. Par exemple, il est possible d'appliquer ces éléments pour faire un choix parmi un ensemble de possibilités. La figure 6 illustre un exemple de la façon de les organiser en un cadre fonctionnel pour un tel processus décisionnel. Dans un premier temps, les utilisateurs détermineront les *Priorités nationales* pertinentes pour ce groupe de partenaires et pour leurs propres intérêts afin de formuler les objectifs et les résultats souhaités du partenariat potentiel. Ensuite, ils préciseront les *Avantages pour le Canada* attendu de la réalisation de ces objectifs et de ces résultats et sélectionneront ou créeront des mesures et des indicateurs appropriés. Parallèlement, ils examineront les situations nationale et internationale du moment afin de s'assurer que tout partenariat potentiel aboutisse à l'*Exploitation de la valeur* de ce qui existe déjà. Ils devront ensuite pondérer et évaluer les renseignements recueillis et classer la possibilité de partenariat par rapport à d'autres possibilités afin de prendre une décision. Les facteurs relatifs à la mise en œuvre sont à la base d'un cadre décisionnel.

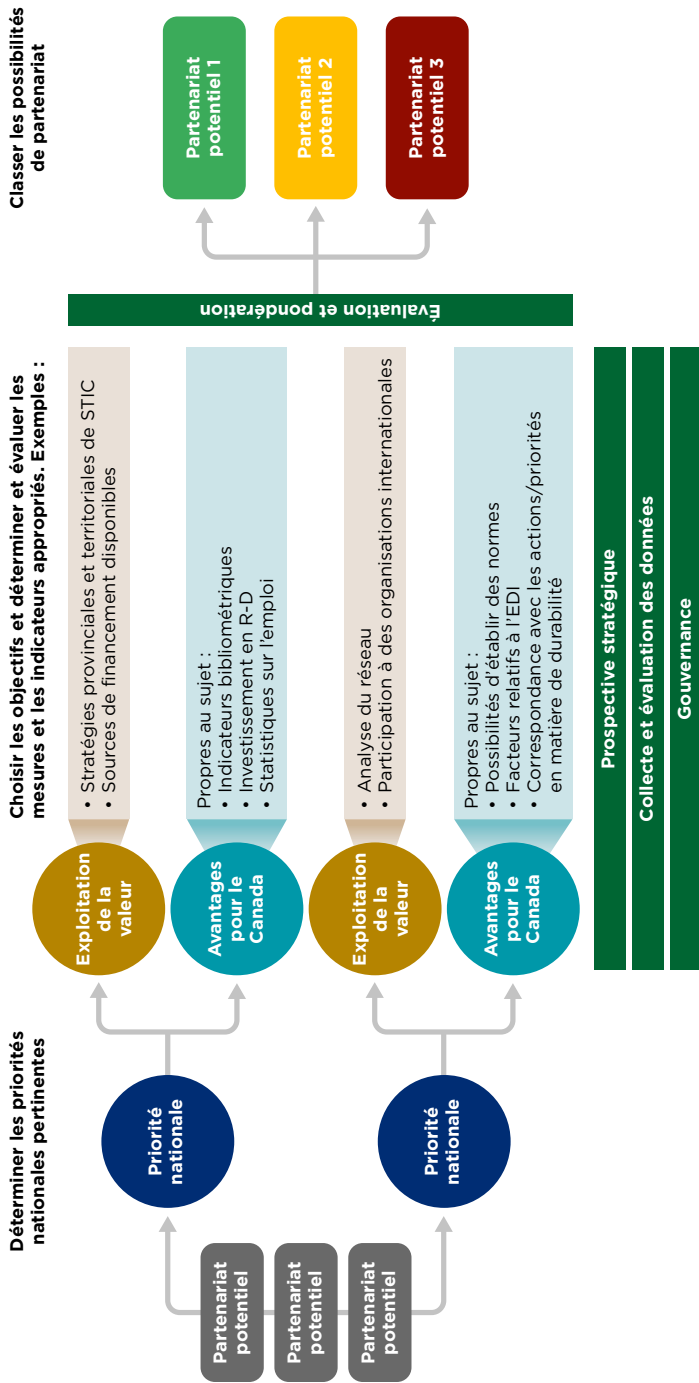


Figure 6 Exemple de cadre d'évaluation des possibilités de partenariats internationaux en STIC

Éléments rassemblés dans un exemple de cadre permettant de faire un choix entre trois possibilités de partenariats internationaux en STIC. À l'aide des données probantes résumées dans ce rapport, l'utilisateur déterminerait les *Priorités nationales* que le partenariat devrait permettre de satisfaire, les formulerait en tant qu'objectifs et choisirait les mesures et les indicateurs appropriés pour atteindre ces objectifs afin de procurer les *Avantages pour le Canada* et d'assurer l'*Exploitation de la valeur*. Une mise en application efficace est soutenue par la prospective stratégique, la collecte et l'évaluation des données et la gouvernance. Les informations recueillies seraient ensuite utilisées pour pondérer et classer les possibilités.

Réflexions finales

Dans un contexte géopolitique changeant, marqué par des avancées technologiques et scientifiques spectaculaires, le Canada doit adopter une approche plus proactive et stratégique de ses partenariats internationaux en STIC. Cependant, il n'existe pas de cadre unique pour la prise de décision en ce qui concerne ces partenariats. La réussite dépendra de l'expérimentation, de l'évaluation et de la flexibilité de l'utilisation des éléments du cadre pour concevoir et mettre en œuvre les méthodes les mieux adaptées à la situation actuelle et aux futures générations.

Le Canada équilibre depuis longtemps l'échelon local et mondial — et les processus descendants et ascendants — dans sa prise de décision. Depuis des décennies, les partenariats en STIC sont motivés par les besoins de la recherche et par les relations au sein des réseaux de chercheurs au Canada et à l'étranger. Ces mécanismes sont essentiels à un écosystème STIC prospère et réactif. Cependant, le gouvernement du Canada a également du mal depuis des décennies à coordonner les efforts en matière de STIC, à fournir une orientation et un soutien explicites aux décideurs et à offrir un point d'entrée clair aux partenaires internationaux potentiels. Dans ce rapport, le comité d'experts présente les éléments nécessaires à l'élaboration d'une stratégie collective.

Table des matières

1	Introduction	1
1.1	Le mandat	2
1.2	Définitions	4
1.3	Contexte international	7
1.4	Contexte canadien	12
1.5	Approche du comité d'experts	14
1.6	Structure du rapport	17
2	Éléments du cadre	18
2.1	Les éléments du cadre	19
2.2	Élaboration et utilisation d'un cadre décisionnel	31
3	Exploitation de la valeur : contextes canadiens et internationaux de la STIC	37
3.1	La STIC internationale au Canada	38
3.2	L'écosystème de la STIC du Canada	48
3.3	Programmes et cadres d'évaluation des partenariats internationaux en STIC	59
4	Avantages pour le Canada : indicateurs d'innovation	68
4.1	Collaboration et commercialisation	73
4.2	Commerce	86
4.3	Facteurs relatifs à la mise en œuvre	93

5	Avantages pour le Canada : indicateurs de la capacité scientifique et de la production de connaissances	96
5.1	Excellence	101
5.2	Science ouverte	109
5.3	Talents	113
5.4	Infrastructure	118
5.5	Autres éléments à considérer	121
6	Avantages pour le Canada : indicateurs de résilience nationale.	129
6.1	Diplomatie	133
6.2	Durabilité	136
6.3	Sécurité	147
7	Facteurs de réussite du cadre	166
7.1	Prospective stratégique	170
7.2	Collecte et évaluation des données.	172
7.3	Gouvernance	175
7.4	L'avenir.	184
	Références	186

Introduction

- 1.1 Le mandat
- 1.2 Définitions
- 1.3 Contexte international
- 1.4 Contexte canadien
- 1.5 Approche du comité d'experts
- 1.6 Structure du rapport

Les possibilités de partenariats se multiplient rapidement, en parallèle avec la complexité croissante des découvertes scientifiques et des secteurs industriels émergents — tels que la technologie quantique et l'intelligence artificielle (IA) — et avec la transformation des relations géopolitiques. Plus de nations que jamais contribuent à l'environnement de la science, technologie, innovation et production de connaissances (STIC). Des impératifs majeurs tels que la pandémie de COVID-19, les problèmes de chaîne d'approvisionnement et les changements climatiques mondiaux soulignent encore l'urgence d'une coopération et d'une collaboration internationale dans ce domaine. Dans le même temps, les questions de souveraineté et d'intérêts nationaux nuisent au mouvement vers une science ouverte et aux approches transdisciplinaires.

Aucune nation ne dispose des ressources nécessaires — qu'il s'agisse des connaissances, des compétences ou des installations — pour être autosuffisante, être économiquement compétitive et offrir à sa population un niveau et une qualité de vie élevés. Les partenariats internationaux sont donc un impératif. Pourtant, le gouvernement fédéral dispose de peu de ressources pour favoriser ces partenariats, et l'établissement de relations avec des acteurs étrangers peut accroître les risques pour la sécurité et la souveraineté nationales. Des décisions doivent donc être prises quant aux possibilités de partenariats à appuyer, en tenant compte de l'évolution de la réalité géopolitique, économique et sécuritaire à laquelle le Canada fait face. Ainsi, l'engagement dans des partenariats internationaux en STIC exige des approches stratégiques et coordonnées.

L'entreprise scientifique est intrinsèquement tournée vers l'avenir et favorise la prospérité et la résilience à long terme. La conclusion stratégique de partenariats internationaux en STIC promeut les intérêts nationaux du Canada en soutenant la contribution de la STIC à ses politiques étrangères et commerciales et, en retour, en améliorant la contribution de l'engagement international aux plans canadiens dans ce domaine. L'apport que le Canada peut avoir — et a eu — sur la scène mondiale va d'ailleurs bien au-delà de ce que l'on pourrait attendre d'un pays de sa taille. Les partenariats internationaux en STIC stratégiques, durables et réciproques contribueront de manière encore plus importante à la sécurité, à la prospérité et au bien-être du Canada et du monde.

1.1 Le mandat

Conscient des possibilités et des défis créés par l'expansion du système international de STIC, Affaires mondiales Canada (AMC) (ci-après, le commanditaire) et dix ministères et organismes de soutien ont demandé au Conseil des académies canadiennes (CAC) de constituer un comité d'experts afin de réaliser une évaluation fondée sur les données probantes et faisant autorité à partir de la question et des sous-questions suivantes :



Dans un monde post-COVID, comment les organismes publics, privés et universitaires du Canada évaluent-ils et priorisent-ils les possibilités de partenariats en science, technologie et innovation (STI) avec d'autres pays pour atteindre les objectifs nationaux clés, au moyen d'indicateurs s'appuyant dans la mesure du possible sur des données probantes objectives?

- Comment les ministères et organismes fédéraux et certains ministères et organismes provinciaux et territoriaux à vocation scientifique, les organismes de STI qu'ils financent (p. ex. la Fondation canadienne pour l'innovation) et les établissements d'enseignement (collectivement, l'écosystème canadien de STI) évaluent-ils actuellement les possibilités de partenariats internationaux en STI et choisissent-ils leurs partenaires étrangers prioritaires afin d'atteindre leurs objectifs?
- Compte tenu des meilleures pratiques internationales, quels seraient les éléments clés d'un nouveau cadre d'évaluation des possibilités de partenariats internationaux en STI pour le Canada, notamment les critères, les indicateurs et les mesures objectives, dans la mesure du possible?
- Quels sont les facteurs de gouvernance et autres facteurs de réussite permettant l'utilisation efficace et constante d'un nouveau cadre fédéral de collaboration internationale en matière de STI?

Pour répondre à ce mandat, le CAC a mis sur pied un comité multidisciplinaire et multisectoriel de neuf experts du Canada et des États-Unis : le comité d'experts sur les partenariats internationaux en science, technologie, innovation et production de connaissances. Les membres du comité ont apporté leur expertise dans des domaines pertinents — évaluation des programmes scientifiques et technologiques, diplomatie scientifique, économie, commerce, innovation et sécurité mondiale — ainsi que leur expérience pratique de l'établissement et de la gestion de partenariats internationaux. Le rapport reflète le consensus du comité à la suite de son évaluation des données probantes.

Pour préserver l'indépendance du comité d'experts du CAC, le commanditaire n'a pas nommé de membres à ce comité et n'a pas échangé avec lui durant l'évaluation, sauf dans les circonstances suivantes : (i) lors de la première réunion du comité d'experts, au cours de laquelle le commanditaire a été invité à présenter le mandat et (ii) lors de deux réunions d'information tenues par le commanditaire avant la publication du rapport, au cours desquelles la présidente a présenté les principales constatations du comité; ces réunions d'information ont été organisées après que le comité d'experts a officiellement approuvé le contenu du rapport.

L'examen externe par les pairs, dont les neuf examinateurs sont demeurés inconnus du comité jusqu'à la finalisation du rapport, a permis d'obtenir une rétroaction pour éclairer les délibérations du comité. Ce processus a été supervisé par un examinateur indépendant nommé par le comité consultatif scientifique du CAC afin de renforcer l'intégrité du processus.

1.2 Définitions

Afin d'assurer l'uniformité terminologique au sein du rapport, le comité d'experts a adopté les définitions suivantes, tout en admettant que les termes auxquels elles correspondent sont interreliés et peuvent se chevaucher :

Les **activités scientifiques et technologiques (S-T)** sont « l'ensemble des activités systématiques qui sont étroitement liées à la production, à la promotion, à la diffusion et à l'application des connaissances scientifiques et techniques dans tous les domaines de la science et de la technologie, c'est-à-dire les sciences naturelles, l'ingénierie et la technologie, les sciences médicales et agricoles ainsi que les sciences sociales et humaines » (OCDE, 2015). La science est un moyen systématique de bâtir les connaissances — les connaissances acquises par la méthode scientifique sont universelles (c.-à-d. applicables partout) et affinées et réfutées par les pratiques communautaires de partage des résultats et de scepticisme organisé (c.-à-d. la publication et l'examen par les pairs) (Merton, 1973). Généralement, la technologie est définie comme la science appliquée à des tâches pratiques dans l'industrie (Barber *et al.*, 2006), bien que, comme le note Brooks (1980), en tant que concept, la technologie comprend la « connaissance de la façon de réaliser certains objectifs humains d'une manière spécifiable et reproductible ». La technologie peut également conduire à la création de nouveaux champs de recherche en science — par exemple, en révélant des phénomènes auparavant incommensurables ou en créant des espaces de problèmes (Brooks, 1994).

L'**innovation (I)** est « un produit ou un processus (ou une combinaison des deux) nouveau ou amélioré qui diffère sensiblement des produits ou processus précédents d'une unité et qui a été mis à la disposition d'utilisateurs potentiels (produit) ou mis en œuvre par l'unité (processus) » (OCDE/Eurostat, 2018). Contrairement à la technologie, les éléments clés de l'innovation sont la création ou la préservation de la valeur (alors qu'aucune valeur particulière ne peut encore être attachée à une nouvelle technologie) et le fait qu'elle doit être mise en œuvre — c'est-à-dire introduite sur le marché, dans le secteur public ou dans d'autres systèmes (OCDE/Eurostat, 2018; Chen *et al.*, 2019; Yun et Liu, 2019).

Le comité d'experts admet toutefois que, dans la pratique, les partenariats internationaux ne se limitent pas aux définitions ci-dessus, mais englobent plutôt un large éventail de production de connaissances. Il a donc ajouté la **production de connaissances (C)** à l'abréviation STI afin d'inclure les systèmes de connaissances autres que la science, notamment les pratiques de production et le corpus de connaissances lui-même (*sensu* Cornell *et al.*, 2013). Par exemple, le savoir autochtone est issu de la compréhension d'une multitude de systèmes de connaissances différents, qui reflètent des modes de connaissance « cognitifs, incarnés, instinctifs et spirituels » (Kovach, 2021). En particulier, les systèmes de connaissances autochtones sont relationnels, fondés sur « le soi en relation avec le monde naturel, le monde humain, les proches, la communauté, le lieu et la terre » au cours d'une longue histoire avec un lieu ou un territoire, et inextricablement liés à la langue et à la philosophie (Kovach, 2021). Les éléments du cadre examinés dans ce rapport sont pensés pour concorder avec les possibilités de partenariats internationaux entre les systèmes de connaissances; ils sont potentiellement utiles à tous les « agents, pratiques et établissements qui organisent la production, le transfert et l'utilisation des connaissances », notamment aux systèmes de connaissances autochtones (Cornell *et al.*, 2013).

Dans l'ensemble, ce rapport examine les éléments d'un cadre d'évaluation et de priorisation des partenariats internationaux en **science, technologie, innovation et production de connaissances (STIC)**.

1.2.1 Types de partenariats internationaux en STIC

Pour les besoins de ce rapport, le comité d'experts a considéré les partenariats en STIC comme des relations qui établissent ou soutiennent des activités de STIC coopératives au niveau organisationnel ou national (figure 1.1). Ces partenariats peuvent prendre la forme d'accords scientifiques et technologiques bilatéraux ou multilatéraux entre nations. Ces accords procurent des outils diplomatiques permettant d'établir ou de maintenir officiellement des relations entre des nations ayant des priorités de STIC particulières. Lorsque les nations entretiennent une grande confiance réciproque et jouissent de relations de longue date (comme le Canada et les États-Unis), ils sont rarement utilisés. La plupart des accords sont alors plutôt négociés à un niveau secondaire, entre des organismes et des ministères nationaux ou infranationaux et peuvent inclure des acteurs des secteurs public et privé.

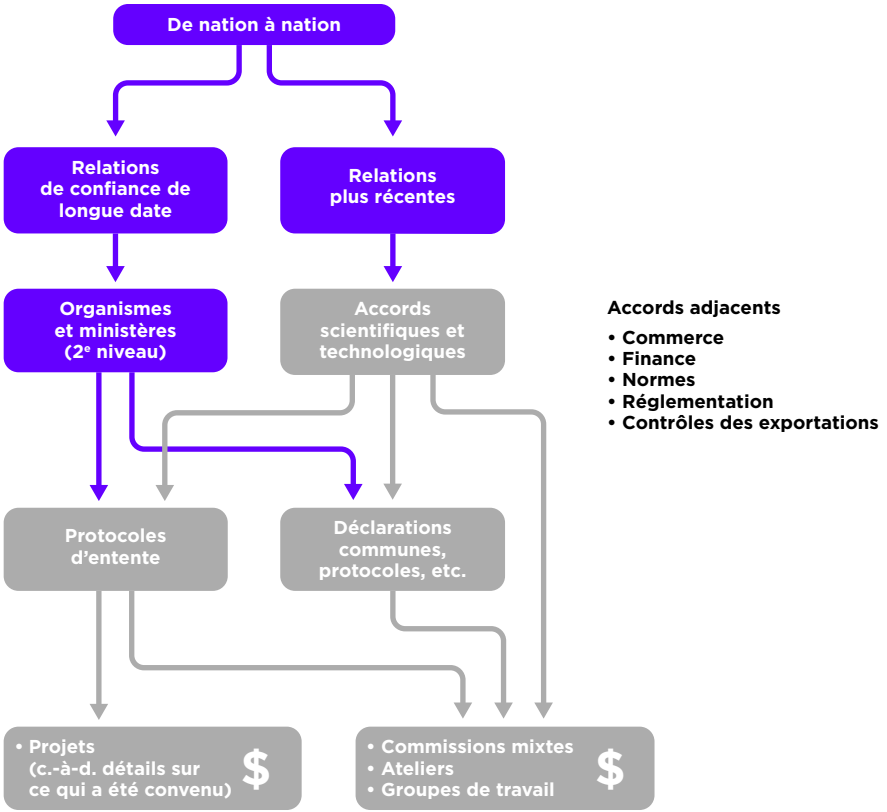


Figure 1.1 Types d'accords de relations et de partenariats internationaux en STIC

Les relations de nation à nation se déroulent à différents niveaux (cases mauves). Elles peuvent être nouées de manière formelle, par le biais d'accords scientifiques et technologiques entre pays, ou par des organismes et des ministères seuls, au moyen de protocoles d'entente ou de déclarations et de protocoles conjoints. Ces accords peuvent établir des relations par le biais de projets de recherche, de groupes de travail, de commissions et autres types d'activités de STIC. Les relations et les activités de STIC (cases grises) sont également influencées par d'autres genres d'accords internationaux, comme ceux touchant le commerce, les finances et les normes internationales.

Les accords secondaires peuvent être des protocoles d'entente qui établissent les limites du projet et les attentes à son égard, par exemple en ce qui concerne le niveau de financement et l'accès à l'infrastructure. Ils peuvent également prendre la forme de déclarations ou de protocoles conjoints, qui tendent à établir des positions ou des aspirations pour ce qui est des relations, plutôt que de fixer les

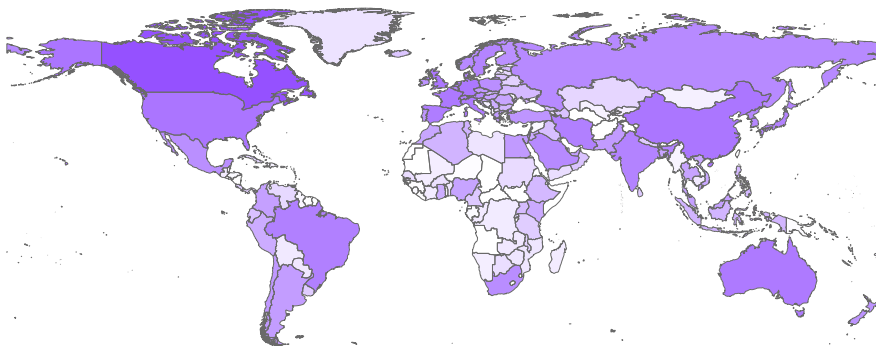
détails du projet. Les accords de nation à nation peuvent également établir et soutenir financièrement des ateliers, des groupes de travail, des commissions ou d'autres entités conjointes (ou multinationales), dont le mandat peut inclure l'élaboration de protocoles d'entente ou de déclarations et de protocoles conjoints. Le comité d'experts reconnaît également qu'un certain nombre d'autres accords entre nations peuvent influencer les relations en matière de STIC, notamment ceux touchant le commerce, les finances, les normes internationales, la réglementation et les contrôles à l'exportation. Bien que ces accords adjacents ne soient pas des partenariats en STIC à proprement parler, ils sont examinés dans le présent rapport en raison de leur pertinence pour la prise de décision concernant ces partenariats.

1.3 Contexte international

La science et la technologie sont utilisées depuis l'ère des grandes découvertes pour servir les objectifs des États. À cette époque, on finançait des missions scientifiques et exploratoires pour faire avancer les connaissances et revendiquer des territoires afin de s'assurer des sources de richesse (Skolnikoff, 1993). La science moderne et l'enseignement supérieur ont évolué en même temps que les États-nations se formaient (Flink, 2020) et la science fait aujourd'hui partie intégrante du système industriel d'une nation (Salomon, 1973). Les nouvelles connaissances scientifiques et les avancées technologiques influent depuis longtemps sur les relations internationales, à la fois directement — en raison de leur capacité à changer la dynamique du pouvoir (p. ex. en modifiant la nature des armes ou la substance des relations de dépendance) — et indirectement, par le biais d'externalités imprévues (p. ex. les changements climatiques ou la demande de ressources naturelles) (Skolnikoff, 1993). En fait, comme l'observe Salomon (1973), en raison des principes d'universalité, de communautarisme et d'objectivité, le concept de communauté scientifique nationale est en contradiction avec la nature fondamentalement internationale de l'entreprise scientifique.

Le paysage de la production mondiale de connaissances est en train de changer. Selon l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE, 2022a), entre 1991 et 2021, les dépenses totales en recherche et développement (R-D) de l'ensemble de ses membres ont augmenté de 248 % — passant de 650 milliards de dollars américains à 1,6 billion de dollars américains (en dollars constants, en utilisant 2015 comme année de référence et les parités de pouvoir d'achat). Entre 2007 et 2020, le nombre de pays contribuant à 90 % des publications scientifiques mondiales est, lui, passé de 30 à 42 (OCDE, 2022e). Plus de pays que jamais participent aux conférences et contribuent aux partenariats internationaux pour faire avancer les connaissances et résoudre des problèmes cruciaux; en fait, plus d'un quart des avancées scientifiques sont réalisées grâce à la collaboration

internationale (Wagner *et al.*, 2015). Rien qu'en 2021, les chercheurs du Canada ont cosigné au moins 10 publications avec leurs homologues de 157 pays et régions différents (figure 1.2). En 2020, 28 % des publications scientifiques de l'ensemble des pays de l'OCDE — et 32,8 % des publications canadiennes — ont fait l'objet d'une collaboration internationale (OCDE, 2022e).



Source des données : OCDE (2023c)

Figure 1.2 Collaborations internationales avec le Canada dans les publications scientifiques, 2021

Collaborations internationales bilatérales (nombre total) avec le Canada pour 2021. La teinte de la couleur représente le nombre de publications cosignées avec des chercheurs du pays ou de la région : plus elle est foncée, plus ce nombre est important. À noter que les renseignements présentés ici se limitent aux pays avec lesquels le Canada a publié au moins 10 articles en collaboration, calculé à l'aide des données personnalisées de Scopus d'Elsevier, version 1.2023.

Accroître la STIC est une entreprise de plus en plus mondiale

Les partenariats internationaux peuvent accélérer le rythme de la STIC dans un pays, ce qui permet de faire plus de découvertes et contribue à une meilleure commercialisation (SDC, 2023). La coopération internationale peut constituer un avantage concurrentiel pour l'industrie; par exemple, les entreprises multinationales exploitent les réseaux internationaux, par le biais de collaborations et de la diffusion mondiale de la R-D, pour accéder aux nouvelles technologies (Ostry et Nelson, 1995). La complémentarité et l'unicité des ressources et des connaissances peuvent contribuer à accroître l'innovation et l'esprit d'entreprise grâce à la collaboration au niveau de l'entreprise (Ferraris *et al.*, 2020; Lam *et al.*, 2021). Les pays qui n'établissent pas de partenariats internationaux ont moins accès aux discussions au sein des grands groupes de recherche et peuvent manquer des occasions de transfert de connaissances, ce qui nuit à leur compétitivité nationale,

à la création de richesse et à l'intérêt public (Johnson *et al.*, 2022). Les partenariats internationaux permettent aux entreprises canadiennes de se familiariser avec les marchés nouveaux et émergents — un impératif face à la baisse des performances du Canada ces 20 dernières années en matière de production dans les industries de pointe par rapport à la moyenne mondiale (Atkinson, 2022).

La collaboration internationale est indispensable pour relever les défis mondiaux

Les problèmes mondiaux (p. ex. les changements climatiques, la pollution, les pandémies, la perte de biodiversité, la cybersécurité ou la gestion des océans) dépassent la capacité d'un État seul à les résoudre (Davis et Patman, 2015; Deodoro *et al.*, 2021). Ces problèmes sont inextricablement liés à la S-T — en tant que facteur de causalité, mais aussi en tant que moyen de reconnaître et de comprendre les problèmes, sans parler de la recherche de solutions (Skolnikoff, 1993; Paár-Jákli, 2014; Davis et Patman, 2015). Les décisions de politique étrangère concernant ces questions planétaires requièrent des données probantes et une expertise provenant d'une variété de disciplines et de modes de connaissance (Paár-Jákli, 2014). La participation aux activités diplomatiques donne aux scientifiques et aux détenteurs de connaissances accès à un mécanisme leur permettant d'influencer les négociations qui ont une incidence sur les grandes questions sociétales; elle peut également accroître la visibilité de la science en tant que bien public international (Ruffini, 2017). Les partenariats internationaux en STIC offrent également au Canada la possibilité de faire avancer l'état des connaissances dans des domaines d'importance nationale, tout en soutenant les efforts internationaux. Toutefois, compte tenu des ressources limitées dont il dispose pour établir et maintenir de tels partenariats, le Canada doit faire des choix stratégiques s'il souhaite tirer parti des possibilités de bienfaits nationaux et contribuer de manière notable au bien public mondial.

Les partenariats internationaux s'inscrivent dans un contexte géopolitique fondamentalement modifié

La coopération internationale dépend de la libre circulation des personnes et des idées, et l'évolution rapide de la situation géopolitique influe sur cette circulation. Par exemple, les changements apportés à la politique commerciale et industrielle des États-Unis depuis 2016 reflètent une stratégie de plus en plus protectionniste (Metiu, 2021). De même, l'ordre international fondé sur des règles, qui favorise cette coopération transfrontalière, est de plus en plus mis à l'épreuve (Groupe de travail sur la sécurité nationale de l'ÉSAPI, 2022). Par exemple, la Chine représente un défi pour les activités de STIC internationales, étant donné que les individus et des institutions chinois sont légalement tenus de soutenir et d'assister l'appareil militaire et de renseignement national et de coopérer avec lui, de façon

confidentielle (Groupe de travail sur la sécurité nationale de l'ÉSAPI, 2022). De son côté, la Russie a accordé la priorité au développement de son appareil de défense et est devenue de plus en plus agressive dans ses efforts pour modifier l'ordre international fondé sur des règles et contrer l'influence et les intérêts extérieurs (Shull et Wark, 2021). Avec l'invasion générale de l'Ukraine en février 2022, elle s'est affranchie des accords de sécurité en vigueur et a rendu le contexte géopolitique volatil (Richter, 2022).

Face à cette réalité, le gouvernement du Canada renforce la sécurité de la recherche, ayant annoncé en février 2023 :

Une demande de subvention de recherche dans un domaine sensible sera refusée si l'un des chercheurs travaillant sur le projet est affilié à une université, un institut de recherche ou un laboratoire rattaché à une organisation militaire ou à un organisme de défense nationale ou de sécurité d'État d'un acteur étatique étranger qui représente un risque pour notre sécurité nationale.

GC (2023a)

En janvier 2024, le gouvernement du Canada a publié la *Politique sur la recherche en technologies sensibles et sur les affiliations préoccupantes*, soutenu par une liste des Domaines de recherche en technologies sensibles ainsi qu'une liste des Organisations de recherche nommées (GC, 2024).

Toutefois, l'évolution de la situation géopolitique peut également être un moteur pour les partenariats internationaux en STIC. La diplomatie scientifique, par exemple, est le volet des relations internationales dans lequel les intérêts des scientifiques, y compris ceux qui travaillent dans l'enseignement supérieur, croisent ceux de la politique étrangère (Flink, 2021). Ce croisement entre la S-T et les affaires étrangères est de plus en plus évident depuis la Seconde Guerre mondiale, car les avancées scientifiques et technologiques ont considérablement modifié les relations entre les pays (Skolnikoff, 1967). La S-T fait partie du coffre à outils de la politique étrangère, au même titre qu'un ensemble d'autres instruments non coercitifs, comme la culture, les communications, le renseignement et l'aide au développement (Gates, 2020). Les relations d'influence de longue date entre la politique scientifique et la diplomatie comprennent les programmes bilatéraux et multilatéraux de financement de l'enseignement supérieur, l'observation des activités scientifiques à l'étranger, la promotion des occasions d'investissement, des produits, des talents et des programmes de financement à l'étranger, ainsi que les activités de recueil de renseignement et de veille qui ciblent les progrès scientifiques et technologiques (Flink, 2020).

Copeland (2015) affirme qu'étant donné que le financement de la science provient principalement de sources nationales (et infranationales), les valeurs d'une nation se reflètent dans son cadre scientifique national et ses choix de partenariats internationaux et sont façonnées par eux. La diplomatie scientifique peut être une forme de *diplomatie parallèle* — interactions non officielles et non structurées d'acteurs non étatiques, notamment des échanges scientifiques et culturels (Davidson et Montville, 1981). Elle contribue également aux relations internationales par le renforcement d'intérêts communs et fournit aux négociations un point de départ qui diffère, par exemple, de la résolution de conflits (Berkman, 2019). C'est dans l'équilibre entre le long terme (c.-à-d. lorsque les objectifs traduisent la durabilité et le renforcement de l'intérêt commun) et le court terme (c.-à-d. lorsque les objectifs correspondent à des critères de sécurité et à la résolution de conflits) que sont prises des décisions éclairées concernant l'engagement international (figure 1.3).

Berkman (2020) décrit le passage de la sécurité à la durabilité comme un *continuum d'urgences*. L'urgence reflète les risques à court terme créés par l'instabilité politique, économique, culturelle et environnementale qui requièrent une attention immédiate, mais elle exige également d'agir sur le moment pour relever le défi à long terme consistant à « équilibrer la prospérité économique, la protection de l'environnement et le bien-être sociétal intergénérationnel » (Berkman, 2020).



Adapté avec l'autorisation de Berkman (2020)

Figure 1.3 Prise de décision éclairée le long d'un continuum d'urgences

Pour être fructueux, les partenariats internationaux en STIC doivent s'inscrire dans le continuum d'urgences. Il s'agit de répondre aux préoccupations en matière de sécurité et de durabilité, de négocier des stratégies de résolution de conflits et de renforcer les intérêts communs, de l'échelon local à l'échelon mondial.

1.4 Contexte canadien

Le système de STIC du Canada est arrivé à maturité vers la fin de la Seconde Guerre mondiale (Kinder et Dufour, 2018). Après la guerre, les politiques canadiennes relatives à ce domaine se sont concentrées sur l'établissement de relations internationales afin de faciliter les progrès scientifiques et technologiques (Gand, 1979). Cette période a également été marquée par une augmentation des accords bilatéraux, une infrastructure scientifique vieillissante, un faible financement de la recherche et une reconnaissance croissante de la S-T nationale en tant qu'élément central de la politique étrangère du Canada (Fast, 2007). La résolution de ces problèmes a finalement abouti à la création de fondations de financement de la science indépendantes et sans but lucratif, telles que la Fondation canadienne pour l'innovation (FCI) et Génome Canada (Fast, 2007). Depuis 2000, diverses initiatives et stratégies ont encouragé la participation et les investissements du secteur privé dans la S-T, soutenu les contributions à la recherche internationalement reconnues et favorisé le développement du secteur industriel (p. ex. le programme Grappes d'innovation mondiales) (ISDE, 2021b).

Le Canada a eu du mal à coordonner ses politiques et ses activités nationales et internationales en matière de STIC

Bien que le Canada soit un acteur important de l'internationalisation de la science, ses activités nationales en matière de STIC et son positionnement stratégique dans les activités mondiales dans le domaine inquiètent depuis longtemps les décideurs. Les appels répétés en faveur d'une stratégie ou d'un cadre national d'aide à la coordination de ces efforts sont restés largement lettre morte (figure 1.4). Par exemple, bien que divers ministères fédéraux, organismes et conseils subventionnaires appuient la collaboration internationale, chacun d'eux poursuit ses propres objectifs avec une coordination minimale (L'examen du soutien fédéral aux sciences, 2017). L'examen du soutien fédéral aux sciences (2017) a reconnu un besoin urgent « d'élaborer des stratégies multiorganisationnelles qui favoriseront les collaborations internationales en matière de recherche et modifieront les programmes de financement existants en vue de consolider les partenariats internationaux ». En réponse, le Comité de coordination de la recherche au Canada a établi un cadre international applicable dans les cas où les organismes membres (c.-à-d. la FCI, les IRSC, le CRSNG et le CRSH)¹ ont des « priorités internationales convergentes ou croisées » (CCRC, 2020). Cependant, le cadre du Comité de coordination de la recherche au Canada est un complément aux stratégies internationales des organismes membres, qui représentent une fraction des acteurs qui entretiennent des partenariats internationaux dans l'écosystème canadien de la STIC.

1 Soit la FCI et les organismes subventionnaires des trois conseils : Instituts de recherche en santé du Canada (IRSC), Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) et Conseil de recherches en sciences humaines (CRSH).

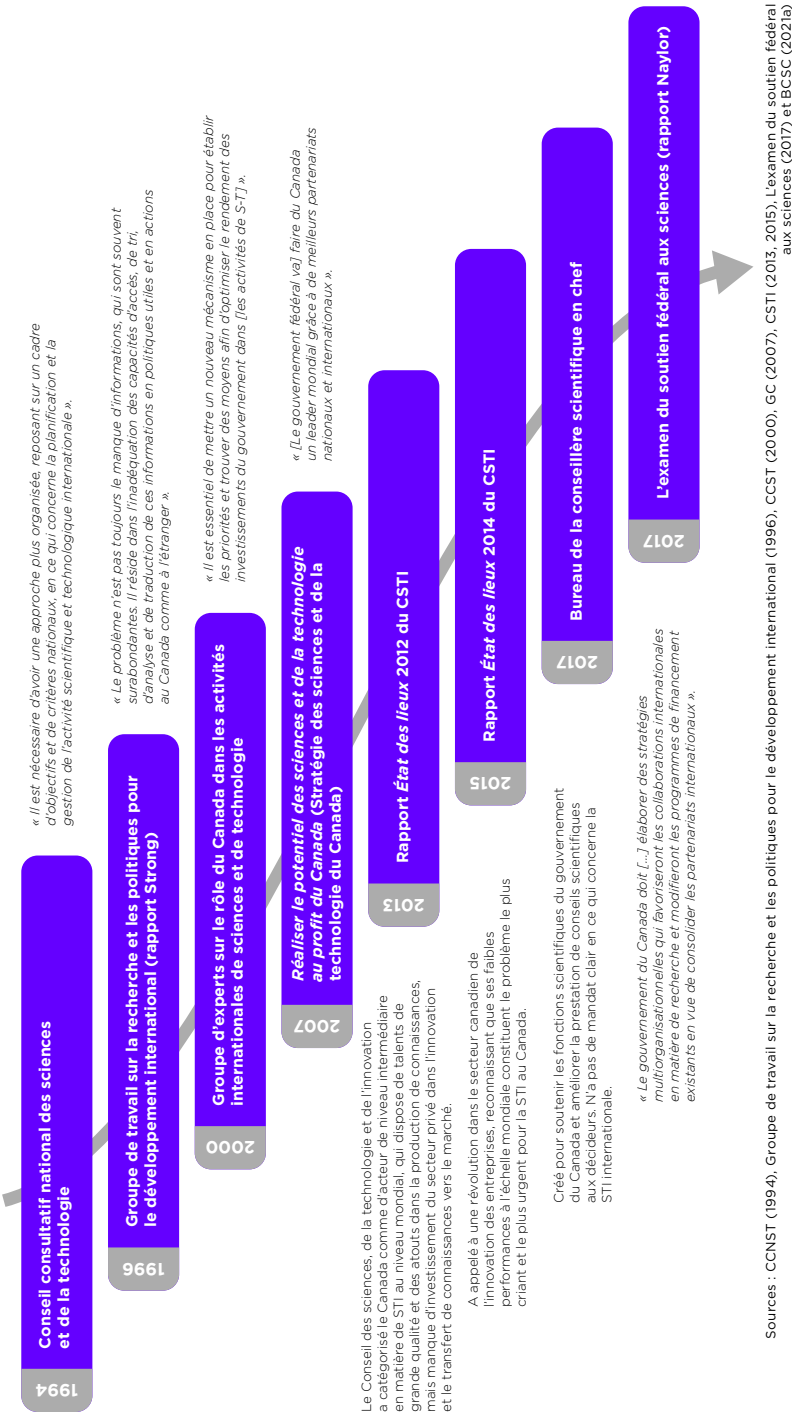


Figure 1.4 Brève chronologie des examens, des recommandations et des mesures de renforcement relatifs aux activités internationales du Canada en STI

Le Canada n'a jamais possédé de stratégie de coordination et de priorisation des partenariats internationaux en STI, malgré les nombreux appels à une telle stratégie au fil des ans.

L'absence de cadre efficace pour le choix et l'établissement de partenariats internationaux dans le domaine de la STIC peut avoir des conséquences négatives considérables. Le manque de cadre décisionnel efficace et de gouvernance correspondante peut entraîner une duplication des efforts, des politiques contradictoires, une dilution de l'impact et un manque de clarté pour les partenaires souhaitant travailler avec le Canada. En outre, le Canada peut être à la traîne en ce qui concerne la préparation à la collaboration, et manquer ainsi des occasions d'attirer des talents, de partager l'expertise, d'accéder à des installations ou à des sites de recherche uniques et de tirer parti du financement provenant de sources internationales, ce qui, en fin de compte, entrave ses efforts dans le domaine de la STIC.

Le Canada ne peut pas se permettre de rater des possibilités de partenariats internationaux en STIC

Sans processus décisionnel efficace en ce qui a trait aux partenariats en STIC, le Canada risque de prendre encore plus de retard dans une économie mondiale des connaissances de plus en plus concurrentielle. Devant la crise climatique, la montée de l'autoritarisme, les pandémies, les guerres, les progrès technologiques rapides et perturbateurs et le nationalisme économique, l'établissement de partenariats stratégiques est un véritable défi. Toutefois, le comité d'experts souligne que le prix à payer pour bien faire les choses — pour prendre des risques, saisir les occasions et étudier les possibilités dans l'incertitude — sera négligeable par rapport aux coûts énormes de l'inaction. En se montrant beaucoup plus volontaire dans l'établissement de partenariats en STIC, le Canada peut réaliser des gains économiques, commerciaux, géopolitiques et sociaux. Il bénéficiera également du renforcement de ses capacités, de l'excellence de la recherche et de l'amélioration des réponses aux crises s'appuyant sur les données probantes aux échelons régional, national et international (CE, 2010; Dufour, 2021).

1.5 Approche du comité d'experts

Les travaux du comité d'experts ont débuté au moment où les mesures de lutte contre la COVID-19 étaient levées; ils se sont donc déroulés dans un format hybride (c.-à-d. un mélange de réunions virtuelles et de réunions en personne). Le comité s'est réuni virtuellement 9 fois en 16 mois afin d'examiner les données probantes et de délibérer sur son mandat.

1.5.1 Sources des données probantes

L'évaluation s'est appuyée sur une étude des publications, notamment des publications examinées par les pairs et de la documentation parallèle (p. ex. documents politiques, publications et sites Web gouvernementaux, webinaires ou rapports d'organisations et de comités nationaux et internationaux). Afin de mieux appréhender l'étendue des points de vue sur l'engagement international du Canada en STIC, le comité d'experts a aussi recueilli des données probantes par d'autres moyens :

- Atelier d'une journée réunissant neuf experts du milieu universitaire, d'organismes de recherche, de l'industrie et du gouvernement;
- Discussions avec huit conférenciers extérieurs détenteurs d'une expertise et d'une expérience particulières dans les partenariats internationaux en STIC ou représentatifs des perspectives autochtones;
- Questionnaire et entretiens de suivi menés par le personnel du CAC auprès de 18 organisations membres du Réseau interministériel sur la science et la technologie internationales (RISTI) du gouvernement fédéral;
- Deux réunions organisées par le personnel avec des représentants du gouvernement du Royaume-Uni et portant sur les processus décisionnels dans le cadre des partenariats en STI;
- Entretiens semi-structurés menés par le personnel du CAC avec trois conseillers canadiens en science et technologie.

Durant les discussions avec les ministères et organismes fédéraux, d'autres organisations de l'écosystème de la STIC, les participants à l'atelier et les conférenciers extérieurs, les membres du comité d'experts ont relevé une multitude de problèmes, outre la coordination, qui entravent la capacité du Canada à réellement rivaliser dans l'arène mondiale de la STIC. Il s'agit notamment de questions pragmatiques, telles que les contraintes à la mobilité imposées par les longs délais d'obtention d'un visa — voir l'impossibilité d'en obtenir un — et la nonreconnaissance officielle des diplômes étrangers. D'autres barrières traduisent la confluence malaisée des systèmes gouvernementaux et de STIC, telles que celles créées par le manque de synchronisation entre les calendriers des partenariats de recherche, les programmes de financement et les processus bureaucratiques. De même, les politiques guidant les pratiques et les investissements en STIC peuvent donner lieu à des tensions et à une incohérence apparente pour les personnes qui tentent de s'y retrouver dans les accords de partenariat nouveaux ou existants (p. ex. les orientations sur la science ouverte par rapport à la sécurité de la recherche). Dans le but de mettre en relief les connaissances acquises grâce à ces exercices de recueil de renseignements, les principaux messages entendus par le comité d'experts sont résumés dans les encadrés « Ce que nous avons entendu » tout au long du rapport.



Ce que nous avons entendu

Lors des entretiens qu'il a eus avec des membres du RISTI, le comité d'experts a été informé des messages clés entendus à plusieurs reprises dans les différents ministères et organismes. Il est à noter que tous les organismes interrogés avaient déjà établi, à un certain degré, des partenariats internationaux en STIC et que ces partenariats étaient surtout évalués à partir de données bibliométriques, à la fois en interne (p. ex. par le biais de rapports de projet) et en externe (p. ex. au moyen de la base de données SciVal). Les personnes interrogées ont constamment évoqué la nécessité d'améliorer l'orientation et la coordination, et se sont montrées largement favorables à l'établissement d'un cadre. Elles ont toutefois averti le comité d'experts que pour être utile, ce cadre doit être souple et faciliter le partage d'informations à l'échelle de l'écosystème.

1.5.2 Portée

Les éléments du cadre résumés dans le présent rapport visent à englober toutes les possibilités de partenariat international en STIC, que ce soit avec des partenaires traditionnels ou avec des économies émergentes. Comme le mandat envisage un cadre reposant sur les données, le rapport privilégie les sources de données quantitatives dans son examen des indicateurs et des mesures. Toutefois, le comité d'experts souligne l'importance de la recherche qualitative, du jugement des experts et des aspects politiques dans la prise de décision sur ces partenariats et étudie ces aspects le cas échéant. Il note également que, bien que ce rapport corresponde au stade actuel d'un changement exponentiel, les chercheurs au Canada présentent un long et fructueux historique de collaboration internationale dans ce domaine. L'urgence du moment explique l'opportunité d'une stratégie et d'une adaptation au contexte mondial changeant — un point d'inflexion — et l'inquiétude du comité d'experts quant aux coûts de l'inaction si le Canada ne saisit pas cette opportunité.

Bien que ce rapport soit principalement axé sur les possibilités de partenariats en STIC de nation à nation ou d'organisation à organisation, le comité a également pris en considération d'autres utilisateurs des éléments du cadre, tels que les chercheurs à titre individuel, les gouvernements, ministères et organismes infranationaux, les organisations non gouvernementales (ONG), les entreprises commerciales et les établissements d'enseignement. Par exemple, un chercheur pourrait trouver les éléments du cadre utiles à la prise de décision stratégique sur

le choix d'un coauteur ou d'un collaborateur. Le comité d'experts n'a toutefois pas explicitement pris en compte les partenariats individuels dans son examen des données probantes.

Il a considéré que l'évaluation des occasions de partenariat devait inclure à la fois les relations de collaboration nouvelles et renouvelées, mais a exclu de son champ d'intervention l'évaluation des programmes, priorités et partenariats internationaux existants, tout comme l'évaluation des partenariats et programmes nationaux.

Ce rapport se penche sur les données relatives à l'applicabilité et aux limites des éléments du cadre, tels que les indicateurs et les mesures; le comité n'y formule toutefois pas de recommandations précises. Le rapport se veut plutôt un outil pour créer un cadre décisionnel. Il fournit une vue d'ensemble de l'état des connaissances sur les éléments clés, qui peut ensuite être adaptée à une variété de contextes.

1.6 Structure du rapport

Le chapitre 2 présente les éléments du cadre et donne un aperçu de leurs objectifs et des critères qui s'y rapportent, ainsi que des aspects relatifs à sa mise en œuvre. Le chapitre 3 examine les situations nationales et internationales en matière de STIC et établit le contexte dans lequel il est possible de mettre en application du cadre. Les chapitres 4 à 6 proposent un examen approfondi des principaux indicateurs et mesures permettant d'évaluer les avantages potentiels pour le Canada sur le plan de l'innovation (chapitre 4), de la capacité scientifique et de production de connaissances (chapitre 5) et de la résilience nationale (chapitre 6). Le chapitre 7 examine les volets de gouvernance et d'autres facteurs susceptibles de contribuer à l'utilisation fructueuse de ce cadre.

Éléments du cadre

- 2.1 Les éléments du cadre
- 2.2 Élaboration et utilisation d'un cadre décisionnel

Ce chapitre présente une vue d'ensemble des éléments clés d'un cadre fondé sur les données probantes et reposant sur les données, qui permet d'évaluer et de prioriser les possibilités de partenariats en science, technologie, innovation et production de connaissances (STIC) avec des pays et des organismes étrangers.

La première étape de la conception d'une évaluation de ce genre consiste à définir les objectifs ou les résultats souhaités — en l'occurrence, les priorités nationales de l'engagement du Canada dans de tels partenariats internationaux. Toutefois, le comité d'experts note qu'en l'absence de stratégie de STIC nationale ou de politique étrangère avec laquelle harmoniser les éléments du cadre, il est nécessaire que les priorités soient déterminées par les utilisateurs eux-mêmes. En outre, bien que ces derniers devraient principalement être le gouvernement fédéral et les entités connexes, le comité d'experts prévoit que tout organisme public, privé ou d'enseignement participant à des partenariats internationaux en STIC peut trouver une utilisation à certains éléments du cadre dans leurs propres processus décisionnels. Le comité présente donc les éléments de ce cadre indépendamment de toute structure décisionnelle afin de proposer une approche suffisamment souple pour être utile aux partenariats à tous les niveaux du développement de la STIC — d'une perspective ascendante axée sur la recherche à une perspective descendante axée sur la mission — et pour inclure à la fois les organisations soutenues par le gouvernement et les organisations indépendantes.

2.1 Les éléments du cadre

Les trois étapes clés d'une évaluation stratégique sont : i) la formulation des objectifs, ii) la détermination, l'évaluation et la pondération des indicateurs appropriés et iii) la prise de décision. Dans ce rapport, les deux premières étapes correspondent aux éléments du cadre, soit *Priorités nationales*, *Exploitation de la valeur* et *Avantages pour le Canada*. La troisième étape, la prise de décision, se déroule dans la zone de chevauchement entre ces trois éléments (figure 2.1).

La détermination des *Priorités nationales* que les partenariats potentiels sont censés favoriser aidera à formuler les objectifs et les résultats souhaités, ce qui permettra ensuite de guider les domaines d'intervention pour les deux éléments suivants.

L'*Exploitation de la valeur* est évaluée par la détermination des relations, des ressources, des stratégies et des engagements actuels, qui peuvent compléter ou réduire une possibilité de partenariat nouvelle ou en cours (une vue d'ensemble des contextes internationaux et nationaux de STIC est proposée au chapitre 3).

La formulation des *Avantages pour le Canada* prévus permettra aux utilisateurs de déterminer les indicateurs et les mesures nécessaires pour évaluer les résultats potentiels ou historiques d'un partenariat (étudiés en détail aux chapitres 4, 5 et 6).

Bien que ces trois éléments présentent des aspects uniques, la pondération et l'évaluation sont appliquées dans la zone de chevauchement, c'est-à-dire qu'une décision peut être prise grâce à l'évaluation combinée (pondération et priorisation) d'indicateurs et de mesures qui se rapportent aux trois éléments. Le succès d'un cadre décisionnel dépendra de l'ampleur du soutien offert à sa mise en œuvre, notamment de la capacité de prospective stratégique, des sources et des analyses des données et de la gouvernance, et de la capacité des utilisateurs à évaluer et à adapter le cadre à l'évolution du contexte (chapitre 7).

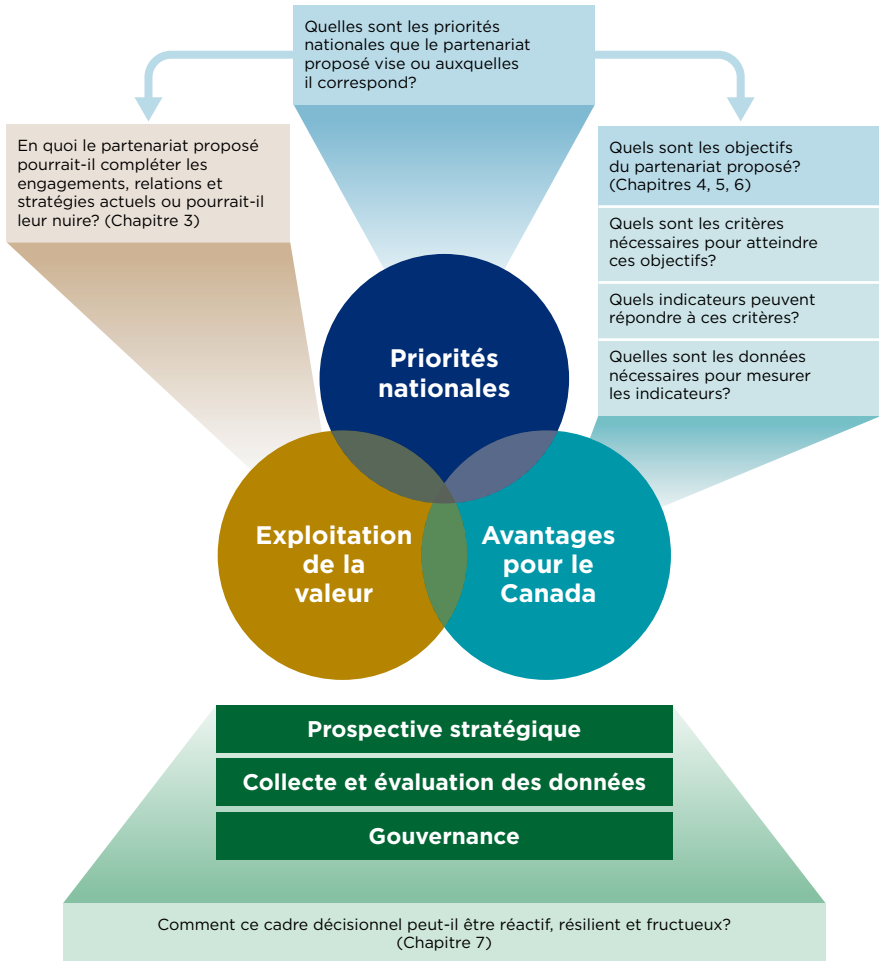


Figure 2.1 Éléments d'un cadre de priorisation des possibilités de partenariats internationaux en STIC

L'évaluation et la priorisation des possibilités de partenariats internationaux en STIC sont axées sur le respect des *Priorités nationales*. Une première expression des objectifs du partenariat est nécessaire pour mieux définir les résultats souhaités (*Avantages pour le Canada* et *Exploitation de la valeur*) ainsi que les indicateurs et les mesures connexes. La réussite d'un tel cadre repose sur la prospective stratégique, la collecte et l'évaluation des données et la gouvernance.

2.1.1 Priorités nationales (et autres)

Partant du principe que les utilisateurs d'un cadre seront principalement des ministères ou des organismes fédéraux qui évalueront la possibilité de maintenir leurs accords de partenariat ou d'en établir de nouveaux, le comité d'experts présume que les objectifs correspondront en grande partie aux priorités du gouvernement du Canada. Par exemple, la Couronne — par l'intermédiaire de la Chambre des communes et du Sénat — adopte des lois pour assurer « la paix, l'ordre et le bon gouvernement » au Canada (GC, 1867). Bien qu'il s'agisse de descripteurs généraux, toutes les activités gouvernementales doivent se conformer à ces valeurs fondamentales. Toutefois, ces objectifs sont trop généraux pour servir dans le choix des possibilités de partenariats en STIC. Une plus grande précision des objectifs et des résultats souhaités est donc nécessaire pour comparer les possibilités (figure 2.2).

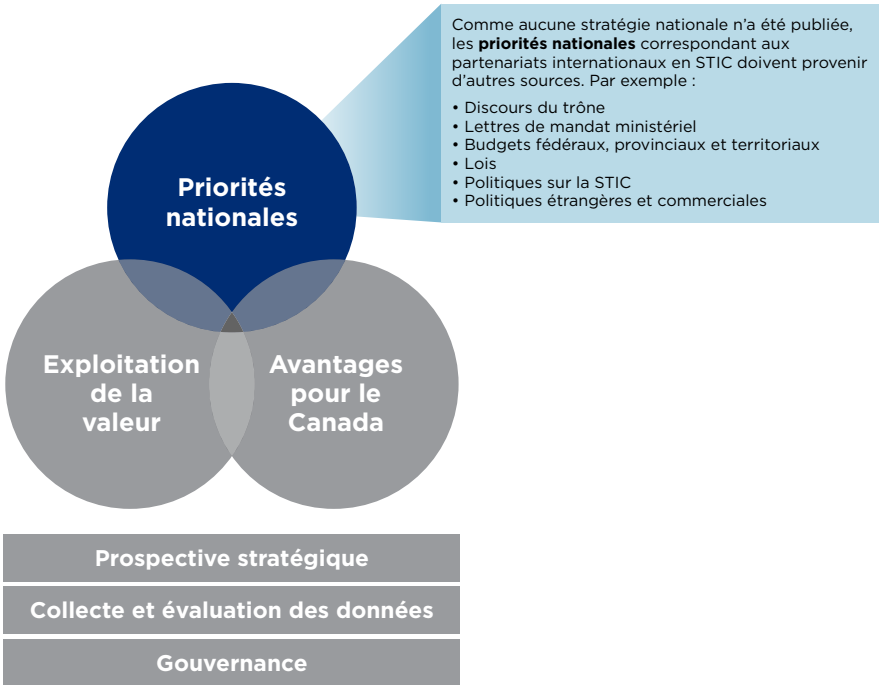


Figure 2.2 Définir les Priorités nationales pour la formulation des objectifs d'un partenariat

Les objectifs qui reflètent des intérêts multiples (tels que ceux incluant des priorités provinciales et territoriales particulières, des priorités mondiales ou des priorités ministérielles ou programmatiques) offrent des avantages potentiels plus grands que ceux qui ne reflètent que des points de vue nationaux.

Les priorités nationales aident les acteurs à définir les objectifs généraux en vue de partenariats internationaux en STIC

Les priorités nationales peuvent émaner des discours du Trône, des lettres de mandat ministériel, des budgets, de la loi, des politiques de STIC et des politiques étrangères et commerciales. Au niveau fédéral, la politique canadienne en matière de STIC relève du ministère de l'Innovation, des Sciences et du Développement économique (ISDE), tandis qu'AMC (entre autres) contribue à orienter et à soutenir les activités internationales du Canada dans ce domaine (SDC, 2015). Les objectifs des partenariats internationaux en STIC peuvent donc refléter les priorités mentionnées dans les lettres de mandat ministériel produites par le Cabinet du premier ministre.

Par exemple, au moment de la publication du présent rapport, les domaines prioritaires se chevauchant dans les lettres de mandat ministériel sont les changements climatiques, les technologies propres et l'économie nette nulle; la réconciliation avec les Autochtones; la promotion de l'équité, de la diversité et de l'inclusion (EDI); la cybersécurité; le leadership numérique; la santé et le bien-être et la promotion de la démocratie et des droits de la personne (BPM, 2021a, 2021b, 2021c). Les secteurs de l'automobile, de l'aérospatiale, des ressources naturelles, de l'agroalimentaire, de l'exploitation minière et de la fabrication sont également explicitement mentionnés dans la lettre de mandat du ministre de l'Innovation, des Sciences et de l'Industrie, de même que les domaines de la photonique, de la science quantique et de l'intelligence artificielle (IA) (BPM, 2021b). Ces priorités ont également été mises en évidence lors du sommet des dirigeants du G7² de juin 2022, au cours duquel le premier ministre a réaffirmé l'engagement du Canada et des autres membres du G7 en faveur d'une planète durable, d'un environnement sécuritaire, de la santé et d'une architecture mondiale de la santé, d'infrastructures et d'un développement durables et de la numérisation mondiale (BPM, 2022).

Les priorités nationales sont dynamiques et peuvent évoluer avec les changements de gouvernement, du contexte mondial et des pressions émergentes. La première étape dans la formulation des objectifs peut être considérée comme itérative et collaborative; la diversité des points de vue et l'habitude de réexaminer les priorités du cadre contribueront à garantir l'adéquation des objectifs au contexte. Par exemple, alors qu'un organisme ou un ministère donné pourrait utiliser les éléments du cadre pour remplir son mandat, il pourrait être utile de réunir d'autres organismes et ministères pour maximiser l'efficacité et de s'assurer du respect des priorités pertinentes pour l'ensemble du gouvernement. En outre, la création d'occasions d'apports plus larges des secteurs public et privé — tels que les gouvernements infranationaux, les établissements d'enseignement supérieur, l'industrie et les communautés autochtones — peut apporter une valeur ajoutée à ce stade.

2 Canada, France, Allemagne, Italie, Japon, Royaume-Uni et États-Unis.

Les priorités infranationales peuvent apporter une spécificité aux objectifs du partenariat

Bien que les possibilités de partenariats nationaux en STIC soient examinées dans le contexte des priorités fédérales, il est également possible de tenir davantage compte des priorités infranationales, comme celles des gouvernements, des ministères ou des programmes de financement provinciaux et territoriaux. Les priorités infranationales peuvent préciser les critères clés ou fournir une justification plus détaillée pour s'engager ou pas dans un partenariat international. Les détails des politiques, de stratégies et d'annonces de financement provinciales et territoriales en matière de STIC peuvent aider à déterminer si les différentes possibilités de partenariats correspondent aux priorités des gouvernements infranationaux. De même, selon le contexte, les particularités des priorités ministérielles ou programmatiques d'autres ordres de gouvernement peuvent fournir des critères supplémentaires pour l'évaluation et la priorisation des possibilités de partenariats internationaux en STIC.

Certaines provinces et certains territoires ont des politiques de STIC et des stratégies de collaboration internationale en grande partie conformes à celles du gouvernement fédéral, mais dont l'orientation stratégique est adaptée aux forces régionales (p. ex. Gingras, 2022). Par exemple, la stratégie 2022-2025 relative aux sciences de la vie du gouvernement du Québec, intitulée *Utiliser notre ingéniosité pour faire évoluer la santé*, définit des secteurs industriels d'intérêt pour la province, comme l'IA pour les diagnostics de santé et les thérapies cellulaires et génétiques (Gouv. du Qc, 2022). En Ontario, l'annonce d'une aide financière à l'Institut Périmètre et au SNOLAB souligne l'importance accordée par le gouvernement au leadership dans le domaine de la physique théorique et fondamentale (Gouv. de l'Ont., 2021). En 2022, le gouvernement de l'Alberta a annoncé le financement de l'Hydrogen Centre of Excellence afin d'encourager l'innovation technologique en matière d'hydrogène — une preuve de la priorité que le gouvernement provincial accorde à la diversification économique et à la résilience (Gouv. de l'Alb., 2022). De même, le gouvernement de la Colombie-Britannique a publié en 2023 sa stratégie relative aux sciences de la vie et à la biofabrication (*Life Sciences and Biomanufacturing Strategy*), qui met l'accent sur le développement d'une industrie de la biofabrication dynamique dans la province (Gouv. de la C.-B., 2023b).

Les partenariats internationaux en STIC peuvent également traduire des objectifs concernant les résultats globaux

Les priorités mondiales méritent également d'être prises en considération lorsque les acteurs évaluent les possibilités de partenariats en STIC. Celles-ci sont notamment exprimées dans le Programme de développement durable à l'horizon 2030 des Nations Unies, qui comprend 17 objectifs de développement durable (ODD) interdépendants et un plan sur 15 ans pour les atteindre (ONU, 2022a). Signataire des ODD, le gouvernement du Canada a déclaré que « progresser vers l'atteinte des ODD, autant sur la scène nationale qu'internationale, est une priorité pour le gouvernement du Canada » (GC, 2022b). Ces objectifs sont examinés en détail, dans le contexte de la résilience et de la durabilité nationales, à la section 6.2.1.



Ce que nous avons entendu

Les personnes interrogées, les conférenciers extérieurs et les participants aux ateliers ont souligné la nécessité que le Canada dispose d'une vision à long terme de la STIC afin de fixer des priorités claires à l'échelon national, infranational et organisationnel.

2.1.2 Exploitation de la valeur

Une lacune souvent relevée par les personnes interrogées, les participants aux ateliers et les experts extérieurs avec lesquels le comité d'experts s'est entretenu — et qui a également été incluse dans les recommandations et dans les examens des activités internationales du Canada en matière scientifique et technologique (voir la figure 1.4) — est le manque d'organisation, de stratégie et de coordination entre les acteurs de l'écosystème canadien de la STIC. Si l'étape précédente, soit l'expression des objectifs, met en lumière les objectifs d'un partenariat potentiel, une autre étape importante de l'évaluation de toute relation proposée ou en cours consiste à estimer ses activités par rapport à l'écosystème des activités nationales et des accords internationaux (figure 2.3).

La **valeur** d'un partenariat est **exploitée** dans le contexte des relations et des engagements existants. Comment cette possibilité s'inscrit-elle dans le système de STIC actuel du Canada, au niveau international comme national? Envisager :

- les relations et réseaux existants
- le financement de la STIC
- les engagements actuels en STIC
- les atouts et les forces de la STIC canadienne
- Les stratégies et ententes



Figure 2.3 Évaluation de la valeur des partenariats proposés

Des partenariats internationaux en STIC fructueux permettront non seulement de créer de nouvelles relations, mais aussi d'entretenir les relations et les activités existantes dans des domaines pertinents, au niveau national comme international. L'évaluation de la valeur stratégique permet d'examiner la complémentarité et l'unicité, deux éléments qui peuvent guider les négociations ultérieures d'accords de partenariat.

Toutes les collaborations internationales en STIC ne font pas l'objet d'accords de partenariat formalisés. Pour pouvoir évaluer les possibilités d'exploiter la valeur d'un partenariat international en STIC, il faut avoir accès à un dépôt d'informations sur les activités nationales et internationales actuelles dans ce domaine. Le chapitre 3 offre un aperçu du contexte actuel, bien que des efforts supplémentaires soient nécessaires pour situer une occasion de partenariat donnée dans cet espace. Cependant, il existe une variété de modèles facilitant ce travail. Par exemple, la connaissance des contextes nationaux et internationaux peut se trouver dans — et être partagée par — un personnel particulier et ses réseaux (notamment les responsables scientifiques et technologiques et les agents commerciaux), une base de données accessible ou un secrétariat; elle peut également être recueillie lors de conférences régulières, de réunions de coordination mixtes ou de discussions au sein de forums. Ces modèles potentiels ont chacun leurs avantages et leurs

inconvenients et ne s'excluent pas nécessairement l'un l'autre; plusieurs modèles peuvent être utiles pour garantir une large accessibilité et des renseignements opportuns. Les modèles de mise en œuvre du cadre sont examinés en détail au chapitre 7.

Respecter les priorités nationales et fournir des avantages au Canada est essentiel à la réussite des partenariats internationaux. La comparaison des indicateurs et des mesures qui se rapportent à ces objectifs et à ces résultats permet d'évaluer quantitativement des occasions comparables. L'évaluation de la valeur stratégique peut également inclure l'utilisation de données qualitatives qui mesurent, par exemple, les conflits et confluences possibles, tels que la conformité de la politique et du soutien réglementaires à l'EDI ou aux pratiques scientifiques ouvertes. Toutefois, cette étape fait également appel au jugement, l'exercice consistant à évaluer la valeur stratégique pouvant faciliter les négociations et la délimitation des frontières d'un partenariat potentiel.

2.1.3 Avantages pour le Canada

Pour être couronné de succès, tout partenariat international en STIC conclu par le Canada doit lui procurer des avantages. D'une manière générale, les avantages d'un partenariat en STIC sont la promotion des intérêts canadiens et le renforcement des capacités au Canada. Le renforcement des capacités peut inclure l'introduction d'idées nouvelles, de points de vue, d'innovations ou de connaissances uniques. Les *Avantages pour le Canada*, tels qu'ils sont envisagés dans ce rapport, peuvent également accroître la résilience nationale, par exemple en répondant à des questions urgentes de sécurité nationale à court terme ou en contribuant à la durabilité à long terme. Les utilisateurs d'un cadre doivent définir les avantages pour le Canada en rapport avec les objectifs du partenariat considéré, puis choisir les indicateurs ou les mesures qui permettent le mieux de prévoir ou de mesurer directement ces avantages. Si les possibilités de partenariats comprennent celles déjà établies — c'est-à-dire si la décision porte sur le maintien d'un partenariat plutôt que sur le choix de nouvelles possibilités — les utilisateurs peuvent décider de mesurer directement les avantages passés. Si le partenariat cherche à établir une nouvelle relation, les indicateurs choisis seront ceux qui permettent le mieux de prévoir les résultats.

La sélection et l'évaluation des indicateurs et des mesures sont des tâches complexes qui exigent un important investissement en temps et en ressources humaines à un stade précoce du processus décisionnel. Cependant, ces opérations font des éléments du cadre des outils utiles pour la prise de décision. Les chapitres 4, 5 et 6 examinent en détail les différents types d'indicateurs, leur utilisation et leurs limites, ainsi que leurs applications possibles à différents

scénarios. Ils se penchent aussi sur les avantages pour le Canada dans trois catégories principales : innovation, renforcement des capacités scientifiques et production de connaissances et résilience nationale (figure 2.4).

2.1.4 Aspects de l'évaluation

Les partenariats internationaux en STIC s'accompagnent de coûts et de risques. Dans les éléments du cadre décrits dans ce rapport, ces coûts et ces risques sont pris en compte par les critères utilisés lors de l'examen des éléments *Exploitation de la valeur* et *Avantages pour le Canada*, ainsi que par les indicateurs et les mesures connexes. Par exemple, la sécurité de la recherche et d'autres aspects de la sécurité sont à prendre en considération dans l'étude des partenariats internationaux; l'utilisation d'indicateurs de sécurité dans un cadre fondé sur des données aiderait à établir des partenariats à haut et à faible risque (chapitre 6). Les projets internationaux peuvent également se heurter à des difficultés logistiques, telles que le travail dans plusieurs fuseaux horaires, les déplacements sur de longues distances, les différences dans le calendrier des cycles de financement et les différences dans les systèmes de gestion et les cultures (Wagner, 2018). Parmi les indicateurs pertinents, on peut citer la science ouverte (pour évaluer ou définir les attentes en matière de gestion) et les critères de mobilité (chapitre 5). On peut réfléchir à l'harmonisation des cycles de financement lors de la comparaison des écosystèmes STIC nationaux et internationaux (chapitre 3). La justification de l'affectation de fonds et de ressources nationaux à des partenariats internationaux peut également poser un problème politique (Wagner, 2018); le comité d'experts note que les gouvernements peuvent avoir une tendance à l'aversion au risque. Toutefois, il met également en garde contre les importants coûts d'opportunité de l'inaction, en particulier dans un réseau de STIC de plus en plus mondial, et souligne la valeur d'une prise de décision éclairée et réactive.

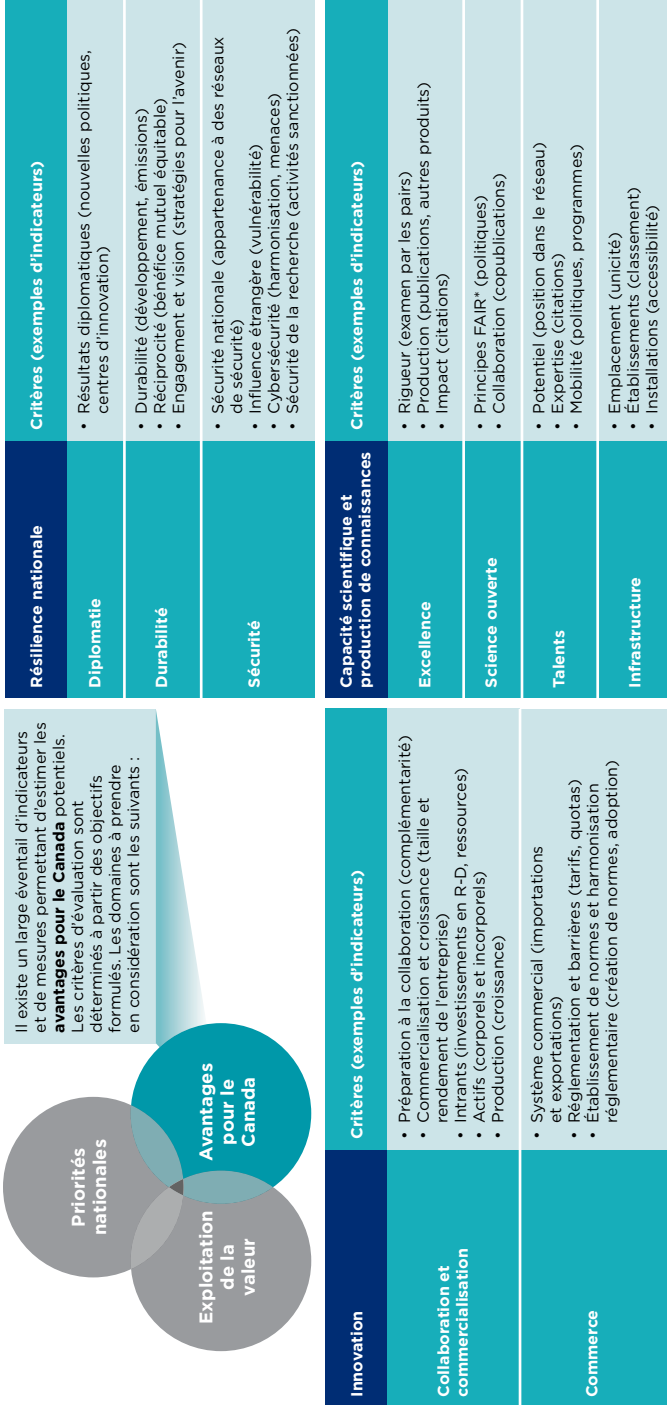


Figure 2.4 Accroissement de l'innovation, de la capacité scientifique et de la production de connaissances, et de la résilience nationale en tant qu'Avantages pour le Canada

Les partenariats internationaux en STIC doivent procurer des avantages au Canada pour justifier leur recherche. La détermination de ces avantages permet d'établir des critères d'évaluation. Les indicateurs utiles reflètent les qualités qu'un partenaire potentiel apportera et qui produiront ces avantages pour le Canada, comme en témoignent ses activités, ses résultats et ses relations actuels.

*Les principes FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable — soit des données faciles à trouver, accessibles, interopérables et réutilisables) — relatifs aux données ouvertes.

Faire concorder les indicateurs avec les objectifs du programme renforce les évaluations

À l'image d'autres types d'évaluations (p. ex. des programmes de financement), les évaluations significatives des partenariats en STIC potentiels font concorder les indicateurs avec des ensembles spécifiques d'objectifs politiques (OCDE, 2019b). Les programmes de STIC sont souvent un moyen d'atteindre des objectifs tels que la compétitivité économique ou la durabilité (van den Hove *et al.*, 2012; OCDE, 2019b). La détermination et la collecte de données pour les indicateurs pertinents des politiques de STIC font partie intégrante du processus d'évaluation (CNUCED, 2020). Les objectifs des politiques publiques se répartissent souvent en deux catégories : les objectifs économiques et les objectifs sociétaux (Diercks *et al.*, 2019; CNUCED, 2020). Les objectifs économiques se reflètent dans les indicateurs clés du développement économique, tels que le produit intérieur brut (PIB), la productivité ou l'emploi, tandis que les objectifs sociétaux peuvent inclure la réduction de la pauvreté, le renforcement de la sécurité alimentaire ou l'amélioration de la santé (CNUCED, 2020).

A Framework for Science, Technology and Innovation Policy Reviews, un document de la Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement (CNUCED), caractérise les systèmes d'innovation selon un environnement de STIC favorable, une combinaison d'institutions macroéconomiques stables et la priorité donnée à des cadres réglementaires orientés vers l'innovation pour répondre aux défis sociétaux (CNUCED, 2020). Par exemple, lorsqu'ils évaluent les programmes d'innovation visant à améliorer le développement durable, les cadres peuvent devoir combiner des mesures des répercussions technologiques et économiques avec des données sur l'évaluation environnementale et les répercussions sociales. L'établissement des priorités — et le choix d'indicateurs appropriés — est un processus politique bénéfique lorsqu'il est fondé sur les données probantes et qu'il fait appel à une variété d'acteurs aux intérêts différents (CNUCED, 2020).



Ce que nous avons entendu

Lors des entretiens avec les membres du RISTI, ceux-ci ont évoqué l'interopérabilité et la compatibilité des indicateurs et des mesures, plusieurs d'entre eux ayant souligné l'intérêt de concevoir un cadre permettant d'effectuer des comparaisons entre différents secteurs et stratégies, et de se situer par rapport à d'autres pays et organisations.

Le comité d'experts note qu'une telle approche en ce qui concerne le choix des indicateurs (ainsi que des indicateurs examinés aux chapitres 3 à 6) correspond aux publications accessibles et ne devrait pas empêcher la création ou la mise au point de nouveaux indicateurs. Il est préférable de considérer cette approche comme un processus itératif et dynamique; s'il y a lieu, celle-ci pourrait être utilisée pour tester, modifier et affiner les indicateurs en vue d'une prise de décision future.

2.2 Élaboration et utilisation d'un cadre décisionnel

Une fois les éléments du cadre décrits, l'étape suivante consiste à les assembler et à les ordonner selon une progression logique afin d'éclairer l'évaluation des partenariats en STIC potentiels ou existants. Par exemple, un utilisateur peut être confronté à la nécessité de choisir entre plusieurs possibilités de partenariats. C'est alors le moment de définir les *Priorités nationales* pertinentes pour ce groupe de partenariats, afin d'énoncer les objectifs et les résultats, de définir les *Avantages pour le Canada* attendus et d'évaluer l'*Exploitation de la valeur* à l'aide de mesures et d'indicateurs appropriés, de pondérer et d'évaluer les informations recueillies et, enfin, de prendre une décision en classant les possibilités d'engagement par ordre de priorité. Les aspects de la mise en œuvre qui sont à la base de tout cadre décisionnel sont la gouvernance, la possibilité pour les activités de prospective stratégique de guider les objectifs et les indicateurs et la collecte et l'analyse des données nécessaires à la pondération et à l'évaluation (figure 2.5).

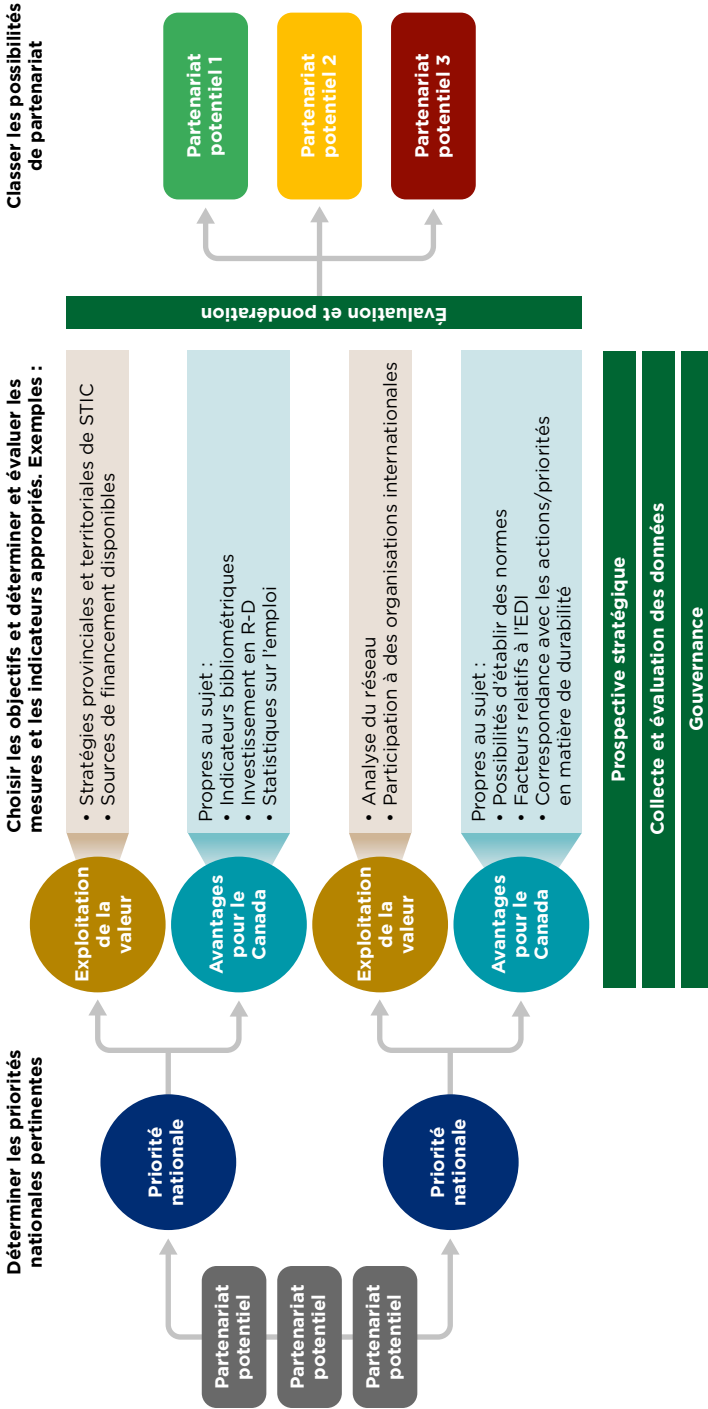


Figure 2.5 Exemple de cadre d'évaluation des possibilités de partenariats internationaux en STIC

Éléments rassemblés dans un exemple de cadre permettant de faire un choix entre trois possibilités de partenariats internationaux en STIC. À l'aide des données probantes résumées dans ce rapport, l'utilisateur déterminerait les *Priorités nationales* que le partenariat devrait permettre de satisfaire, les formulerait en tant qu'objectifs et choisirait les mesures et les indicateurs appropriés pour atteindre ces objectifs afin de procurer les *Avantages pour le Canada* et d'assurer l'*Exploitation de la valeur*. Une mise en application efficace est soutenue par la prospective stratégique, la collecte et l'évaluation des données et la gouvernance. Les informations recueillies seraient ensuite utilisées pour pondérer et classer les possibilités.

2.2.1 Aspects de la mise en œuvre

Les critères, indicateurs et mesures spécifiques sont examinés plus loin dans le rapport, soit au chapitre 3 pour l'élément *Exploitation de la valeur* et aux chapitres 4 à 6 pour l'élément *Avantages pour le Canada*. Les sections ci-dessous proposent un aperçu des aspects communs à la mise en œuvre d'un cadre reposant sur les données, quels que soient les critères, les indicateurs et les mesures choisis. Il s'agit notamment de l'utilisation de la prospective stratégique, de l'accès aux données, de leur disponibilité et de leur comparabilité et des options de critères de pondération dans le processus d'évaluation. Ces facteurs de réussite et d'autres facteurs liés à la mise en œuvre sont examinés en détail au chapitre 7.

La prospective stratégique peut aider les acteurs à déterminer les indicateurs pertinents pour les résultats futurs

Les éléments du cadre fournissent à la prise de décision une base qui repose sur les données passées et actuelles et sur l'expérience afin de prévoir les résultats futurs. Toutefois, l'évolution du contexte géopolitique, des priorités des gouvernements et de la disponibilité des fonds, entre autres, pourraient rendre les indicateurs, les mesures et les données choisis obsolètes. Bien qu'il n'y ait pas de solution à l'incertitude concernant l'avenir, une méthode incluant des activités de prospective stratégique permet d'envisager de manière explicite une variété de résultats possibles.

La prospective stratégique utilise des méthodes structurées pour examiner les résultats futurs possibles afin d'éclairer la prise de décision actuelle (OCDE, 2019a). D'autres pratiques prospectives, telles que la visualisation et la prévision, exigent respectivement une fixation sur une image particulière de l'avenir et la production d'une vision étroite de ce même avenir (Fuerth, 2009; Bland et Westlake, 2013; PNUD GCPSE, 2014). La prospective stratégique consiste moins à prédire l'avenir (au singulier) qu'à explorer les futurs (au pluriel) plausibles, en utilisant de nombreux outils et concepts tels que l'analyse prospective, l'analyse des mégatendances, la planification de scénarios et l'analyse rétrospective pour améliorer l'anticipation, l'innovation politique et l'adéquation des décisions au futur (OCDE, 2019a).

Des sources d'information et des réseaux accessibles et facilement localisables sont essentiels à la réussite

La collecte et le partage systématiques de données sur les partenariats existants et potentiels sont nécessaires à la mise en œuvre réussie de tout cadre fondé sur les données. Les données recueillies peuvent aider à évaluer le succès des partenariats en cours, tout en fournissant une base pour l'évaluation de la mise en œuvre du cadre — par exemple, dans l'examen critique de la pertinence des différents

indicateurs et mesures par rapport à des objectifs particuliers ou à des mesures de la valeur stratégique. De plus, comprendre l'écosystème de la STIC requiert des indicateurs quantitatifs et qualitatifs multiples et variés. Ces indicateurs sont plus efficaces lorsqu'ils sont étudiés dans le contexte sociotechnique de leurs systèmes d'innovation et nécessitent donc une analyse professionnelle (CNUCED, 2020). Leur collecte et leur analyse doivent être complétées par une expertise, une formation et des ressources appropriées (CNUCED, 2020).

Toutes les données nécessaires au succès d'un cadre ne peuvent notamment pas être hébergées dans une base de données ou dans un dépôt de données. Par exemple, les sources de données qualitatives et les méthodes permettant la prise de décision quant à un partenariat en STIC (p. ex. les renseignements de sécurité, les expériences vécues et l'expertise) ne seront pas facilement saisies dans une base de données. La capacité à trouver les bons interlocuteurs et à accéder à leurs connaissances et à leur expérience est un élément important de la mise en œuvre d'un cadre. L'utilisation d'un portail central, le maintien du savoir institutionnel et l'existence de solides connexions de réseau sont des moyens de favoriser ces éléments qualitatifs, tout comme les occasions de réseautage régulières, telles que celles offertes par le RISTI et le Comité de coordination de la recherche au Canada, et les réunions du Comité mixte de coopération scientifique et technologique correspondant à l'accord bilatéral concerné en matière de science et technologie (S-T) (p. ex. Industrie Canada, 2003; GC, 2022d, 2023b).

Les critères de pondération garantissent la comparabilité et la pertinence

Un cadre d'établissement des priorités dans les partenariats internationaux en STIC fondé sur des données comprendra inévitablement un large éventail d'indicateurs différents qui témoignent collectivement des avantages potentiels et des possibilités d'exploitation envisagées. Par conséquent, une étape importante de l'évaluation des données recueillies consiste à les ajuster afin de garantir leur comparabilité et leur pertinence. La pondération des critères consiste à normaliser les données afin qu'elles soient évaluées sur la même échelle et que les groupes d'évaluation (c.-à-d. les partenariats potentiels) puissent être comparés équitablement (Ozkaya *et al.*, 2021). La pondération des indicateurs peut s'effectuer de façon objective ou subjective, chaque type de méthode ayant des avantages et des inconvénients (Iwaro *et al.*, 2014); elles sont examinées ci-dessous.

La pondération objective utilise les informations recueillies sur chaque critère et applique une fonction mathématique pour calculer les pondérations sans jugement subjectif. Ce type de méthode répond au défi posé par la complexité et le nombre croissants des critères nécessaires pour mesurer l'environnement socioéconomique (Yejun et Zhijian, 2008). Parmi les exemples de méthodes de pondération objective,

citons la méthode fondée sur l'entropie, la méthode de l'écart-type et la procédure de variance statistique (Yejun et Zhijian, 2008; Iwaro *et al.*, 2014). Les méthodes qui utilisent des critères multiples de manière explicite et transparente pour appuyer la prise de décision sont collectivement appelées *analyse décisionnelle multicritère*.

Ces méthodes sont mises en pratique dans un large éventail de contextes décisionnels, par des décideurs politiques et autres, grâce à la mise au point continue de nouveaux outils et applications (Kurth *et al.*, 2017; Haag *et al.*, 2022). Par exemple, elles sont utilisées dans les décisions de financement des technologies de la santé (p. ex. dans les évaluations de ces technologies) (Hansen et Devlin, 2019). Le processus comporte plusieurs étapes : structuration du problème décisionnel, spécification des critères, mesure de la performance des solutions, notation de ces solutions d'après les critères, pondération des critères et application des scores et des pondérations pour classer les solutions. Le classement est ensuite utilisé pour faciliter la prise de décision (Hansen et Devlin, 2019). Les obstacles pratiques à l'analyse décisionnelle multicritère sont les exigences en matière d'informations et les capacités techniques (Marsh *et al.*, 2018). En outre, la complexité du processus décisionnel gouvernemental peut exiger des processus qui intègrent davantage de perspectives et de valeurs diverses que ne peut le faire ce type de méthode seul (Beaudrie *et al.*, 2021).

Les méthodes de pondération subjectives font appel au jugement d'experts pour pondérer les critères — elles sont intrinsèquement limitées par les connaissances et l'expérience de ces experts. Il existe diverses méthodes de ce genre, comme la notation directe, dans laquelle des experts attribuent une valeur numérique à différents critères (Ribeiro *et al.*, 2013), ou des exercices dans lesquels les experts classent les critères par ordre d'importance décroissant (ou croissant) (Patel *et al.*, 2017; Odu, 2019). Les méthodes de pondération subjectives évaluent souvent les critères à l'aide de comparaisons par paire, dans lesquelles des experts se voient présenter une série de paires de critères et doivent déterminer le critère le plus important dans chaque paire (Iwaro *et al.*, 2014). Les poids sont ensuite déterminés par mesure de la cohérence entre les experts. Dans une revue des différentes méthodes de pondération subjective, Németh *et al.* (2019) ont constaté qu'il y avait un compromis important à réaliser, car moins une méthode est complexe et exigeante en ressources, plus elle est sujette à des biais.

Les approches intégrées utilisent une combinaison d'informations subjectives et objectives pour évaluer les critères (Odu, 2019). L'analyse objective permet de surmonter les biais des évaluateurs, tandis que l'opinion subjective d'experts traduit dans le processus décisionnel les obstacles pratiques qui ne sont pas reflétés par les données objectives. Ces approches peuvent donc aider à surmonter les faiblesses des autres types de méthodes de pondération (Iwaro *et al.*, 2014; Odu, 2019).

2.2.2 Méthode d'utilisation d'un cadre décisionnel en STIC

Pris ensemble, ces éléments du cadre créent une structure facilitant la prise de décision concernant l'établissement, la sortie ou le maintien de partenariats internationaux en STIC. Les chapitres 3 à 6 procurent aux utilisateurs un ensemble de données probantes à partir duquel ils peuvent choisir les mesures et les indicateurs pertinents pour tirer parti des relations et des activités existantes, et qui offrent des avantages au Canada par le biais de l'innovation, de la science, de la production de connaissances et de l'amélioration de la résilience nationale. Les options accessibles à l'utilisateur dépendront de facteurs clés, par exemple si l'évaluation des possibilités de partenariats s'appuie sur des partenariats existants (c.-à-d. s'il existe des évaluations dont on peut s'inspirer), le calendrier du partenariat proposé et l'étendue des activités de STIC proposées.

Le calendrier peut dépendre de paramètres administratifs. Par exemple, un accord de STIC pour lequel l'enveloppe de financement est limitée dans le temps restreindra le délai d'examen. De même, l'état actuel d'une technologie, l'état de préparation commerciale ou les besoins en recherche peuvent influencer sur l'étendue des activités envisagées dans le cadre du partenariat (p. ex. s'il convient de procéder à des expériences en laboratoire, à des essais sur le terrain ou à un développement commercial). Ces facteurs — calendrier et étendue — influencent ensuite le choix des indicateurs ou des mesures, comme le nombre de publications ou de brevets, l'approbation réglementaire ou la part de marché. Il est également important de prendre en considération l'évaluation actuelle ou future du partenariat choisi, en particulier dans le choix des mesures qui peuvent être utiles comme références ou comme comparateurs, ce qui améliore les évaluations et l'utilisation futures du cadre.

La mise en œuvre du cadre différera aussi selon l'utilisateur, c'est-à-dire selon que les décideurs sont les chercheurs eux-mêmes, les responsables ou les représentants des ministères ou des élus, et selon que d'autres organismes sont concernés ou pas. Ces aspects et d'autres facteurs de gouvernance susceptibles de contribuer au succès du cadre sont examinés au chapitre 7.

Exploitation de la valeur : contextes canadiens et internationaux de la STIC

- 3.1 La STIC internationale au Canada
- 3.2 L'écosystème de la STIC du Canada
- 3.3 Programmes et cadres d'évaluation des partenariats internationaux en STIC

Le contexte canadien de la science, de la technologie, de l'innovation et de la production de connaissances (STIC) bénéficie de l'apport d'acteurs nationaux et internationaux, qui contribuent à la prospérité nationale, à la compétitivité, à l'innovation et au bien-être général de la population. Une bonne connaissance du système actuel, des ressources disponibles et des forces et faiblesses du Canada est essentielle pour prendre des décisions éclairées au sujet des partenariats internationaux qui répondent aux besoins à court et à long terme. La connaissance des accords existants et de leurs avantages peut orienter les décisions de partenariat vers les ressources disponibles ou les tenir à l'écart des obstacles évitables.

L'exploitation stratégique de la valeur peut prendre de nombreuses formes — les partenariats peuvent être choisis pour tirer parti des points forts, remédier aux faiblesses ou répondre aux futurs besoins technologiques et domaines de croissance. La valeur qui peut être exploitée au Canada se trouve au sein des secteurs public et privé, ainsi que dans la société civile (p. ex. dans les programmes de financement, les centres de recherche, les investissements commerciaux ou une main-d'œuvre bien formée); pour tous les acteurs de la STIC, connaître la valeur à laquelle ils peuvent accéder améliore l'évaluation des possibilités de partenariats. Dans le même ordre d'idées, il est essentiel de comprendre le contexte mondial de la STIC pour fixer les priorités et déterminer les possibilités de faire progresser les intérêts canadiens.



Ce que nous avons entendu

La création de valeur pour le Canada est un résultat essentiel des partenariats internationaux en STIC. Les personnes interrogées et les participants à l'atelier ont souligné l'absence de cadre permettant de coordonner les activités de STIC nationales et internationales autour d'une stratégie d'accroissement de la valeur.

3.1 La STIC internationale au Canada

Le Canada dispose d'un écosystème de STIC profondément intégré, caractérisé par de nombreux partenariats internationaux. Il n'est pas le seul dans ce cas, comme l'indique le présent rapport; la science et l'innovation sont de plus en plus le produit d'interrelations mondiales. Ainsi, les accords de partenariat et les processus décisionnels passés, tant à l'étranger qu'au niveau national, peuvent éclairer les futurs partenariats et processus décisionnels du Canada. Cependant,

comme mentionné au chapitre 2, le Canada n'a pas publié de stratégie nationale en matière de STIC, de politique étrangère et de sécurité, ce qui rend difficile pour les organismes de définir des objectifs et de faire concorder les programmes et la valeur avec les *Priorités nationales*. D'autres pays sont en train d'élaborer des stratégies de STIC nationales pour stimuler la croissance économique, améliorer la durabilité et la sécurité et devenir des chefs de file mondiaux de ce domaine. Elles incluent notamment des partenariats internationaux et une orientation politique afin de guider les investissements (p. ex. Gouv. de la Corée du Sud, 2022; UKRI, 2022b). Bien que le Canada dispose de quelques stratégies spécifiques aux ressources, aux technologies et aux régions qui incluent des aspects de la STIC (p. ex. GC, 2022e, 2022f; ISDE, 2023c), il ne possède pas de stratégie nationale globale. Pour connaître son potentiel à tirer parti des partenariats internationaux, le Canada doit d'abord évaluer sa position au sein de l'écosystème international.

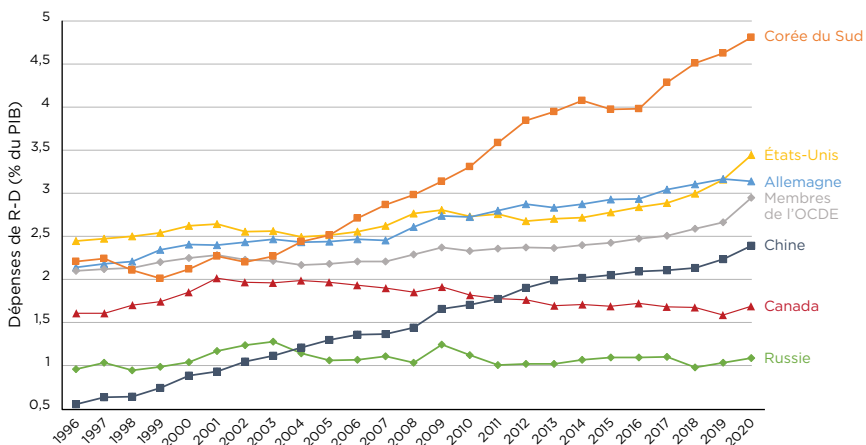
3.1.1 Compétitivité internationale du Canada en matière d'innovation

En raison de la relative faiblesse des investissements, le Canada n'a pas atteint le degré d'innovation de ses pairs (Gera, 2017; Conference Board du Canada, 2021; Asselin, 2022; OMPI, 2022). Le Conference Board du Canada (2021) classe le Canada en 10^e position parmi 16 pays homologues, tandis que le pays se trouve au 15^e rang parmi 132 pays et au 14^e rang parmi 48 économies à revenu élevé dans l'Indice mondial de l'innovation (IMI) (OMPI, 2022). En 2021, le Canada était classé 7^e au sein des pays de l'OCDE pour ce qui est des dépenses intérieures brutes de recherche et développement (DIRD), mais 19^e pour ce qui est des DIRD en pourcentage du PIB (OCDE, 2022g). Les investissements du Canada dans la recherche et développement (R-D) sont nettement inférieurs à ceux des pays d'Asie de l'Est et du Pacifique, d'Europe, d'Asie centrale et de la moyenne de l'OCDE³, et sa performance relative s'est dégradée depuis 2001 (Banque mondiale, 2023a).

L'augmentation des investissements dans la R-D par les pays à revenu intermédiaire de la tranche supérieure et à revenu intermédiaire de la tranche inférieure a accru le nombre de partenaires internationaux en STIC intéressants; cependant, les investissements du Canada par rapport au PIB sont passés en dessous de la moyenne de ces deux groupes de pays (Banque mondiale, 2023a). Ses DIRD en pourcentage du PIB (1,7 %) sont bien inférieures à celles des pays qui investissent le plus massivement, soit la Corée du Sud (4,8 %), les États-Unis (3,5 %), l'Allemagne (3,1 %) et la Chine (2,4 %) (figure 3.1). Bien que les dépenses de la Chine par rapport au PIB soient inférieures à celles de certaines autres nations, le pays se classe au deuxième rang en ce qui a trait aux dépenses brutes de R-D après les États-Unis.

3 Les classifications correspondent à celles de la Banque mondiale et de l'Institut de statistique de l'UNESCO (Lileeva et Trefler, 2010).

Parmi les trois principaux secteurs qui effectuent de la R-D — entreprises, établissement d’enseignement supérieur et administration — ce sont les entreprises qui affichent les plus faibles dépenses d’investissement au Canada; elles se classent au 21^e rang au chapitre des dépenses intérieures de R-D des entreprises (DIRDE) en pourcentage du PIB en 2021 (OCDE, 2022g). Le meilleur classement du Canada est une 6^e place dans la catégorie des dépenses intérieures de R-D de l’enseignement supérieur (DIRDES) en pourcentage du PIB (OCDE, 2022g).



Source des données : Banque mondiale (2023a)

Figure 3.1 Dépenses de R-D du Canada par rapport à d’autres pays, 1996–2020

Les investissements en R-D (DIRD) du Canada par rapport au PIB sont en baisse, alors que de nombreuses autres économies avancées augmentent leurs dépenses relatives.

Bien que les investissements dans la R-D au Canada soient inférieurs à ceux des pays occupant une position similaire, l’innovation dépend de plusieurs facteurs, notamment de la découverte (à laquelle le financement de la R-D est appliqué), mais aussi de l’incubation et de l’accélération (O’Connor, 2019). Les performances du Canada en matière d’innovation peuvent également être dues à des facteurs tels que l’absence de concurrence nationale entre les entreprises, la faiblesse des résultats des entreprises en matière d’innovation et le protectionnisme économique (Conference Board du Canada, 2021; Stasinopoulos Rowell, 2021; Hudson, 2022; OMPI, 2022). Selon l’IMI, le Canada présente des faiblesses relatives (par rapport à des pays de groupes de revenu similaires) en matière d’infrastructures, notamment pour l’accès aux technologies de l’information et de la communication (TIC) et leur utilisation, l’utilisation de l’énergie et les certifications environnementales.

En outre, le Canada enregistre des résultats relativement médiocres dans certains volets de la création et de l'impact des connaissances, tels que le brevetage et la création d'entreprise. Toutefois, ses points forts reflètent l'importance des relations internationales; par exemple, le Canada est l'un des principaux bénéficiaires d'investissements en capital de risque et un chef de file en matière de coentreprises et d'alliances stratégiques (OMPI, 2022).

3.1.2 Partenariats internationaux en STIC du Canada

Le gouvernement du Canada a conclu des accords avec de nombreux pays qui facilitent et soutiennent la collaboration internationale en STIC, chacun comportant ses objectifs et ses possibilités. Le Canada a établi des relations et des partenariats officiels en STIC avec des économies établies et émergentes du monde entier, notamment le Brésil, la Chine, la France, l'Allemagne, l'Inde, Israël, le Japon, la Corée du Sud, le Royaume-Uni et les États-Unis, ainsi qu'avec l'Union européenne (SDC, 2023).

Les partenariats — qu'ils soient nationaux, internationaux, privés ou publics — contribuent à l'écosystème de l'innovation au sens large. Au-delà de leur justification économique, les collaborations internationales en STIC contribuent à renforcer la capacité et l'infrastructure du Canada dans ce domaine; elles stimulent la science fondamentale et conduisent à l'intensification de l'innovation (chapitre 5) et favorisent la résilience nationale grâce à la durabilité et à la sécurité (chapitre 6). Cette aptitude présente également l'avantage d'inciter les partenaires potentiels à travailler avec des organisations canadiennes.

Les activités liées aux accords internationaux du Canada concernant la STIC sont largement soutenues par les ministères et organismes fédéraux et couvrent un large éventail de domaines, tels que la santé, les énergies propres, les sciences de la vie, les changements climatiques et les priorités nationales stratégiques en matière d'innovation, y compris l'informatique quantique et l'IA (Wilshaw, 2020). Le Service des délégués commerciaux du Canada (SDC) assure la promotion des partenariats au moyen d'un réseau de 25 conseillers et agents scientifiques et technologiques répartis dans 19 ambassades et consulats de 11 pays chefs de file en innovation, avec le soutien d'un personnel à Ottawa et partout ailleurs au Canada (Wilshaw, 2020). Les organismes fédéraux accordent également la priorité à certains partenariats qui exploitent l'intérêt de leurs réseaux afin « d'y développer des projets stratégiques intéressants pour le Canada » (CNRC, 2020). Par exemple, le Conseil national de recherches Canada (CNRC) cherche à accroître l'engagement avec les petites et moyennes entreprises (PME) par le biais d'Eureka⁴

4 Eureka est un « réseau public de coopération internationale en R-D et en innovation présent dans plus de 45 pays » (Eureka, s.d.).

et a désigné trois grands pays importants pour un engagement stratégique : l'Allemagne, le Royaume-Uni et le Japon (CNRC, 2020).

Le Canada et les États-Unis entretiennent des partenariats officiels et officieux de longue date en STIC

Les États-Unis sont le principal partenaire économique du Canada (Ambassade des États-Unis au Canada, 2018; AMC, 2022a). De nombreux accords en cours entre les deux pays visent à promouvoir les partenariats en STIC et à soutenir l'innovation; cependant, ils cherchent souvent à atteindre d'autres objectifs diplomatiques. Un exemple est le Protocole CRSNG-NSF⁵, conclu en 2021, qui renforce la collaboration dans des domaines d'intérêt mutuel, en particulier dans la recherche biomédicale, les technologies propres, les technologies automobiles de nouvelle génération, l'espace, la recherche dans l'Arctique, la cybersécurité, les semi-conducteurs avancés et les technologies émergentes, telles que l'IA, les technologies quantiques et la génomique (Lander et Champagne, 2021). En outre, le Canada et les États-Unis ont mis sur pied un programme de STIC commun qui vise, entre autres, à promouvoir l'équité, la diversité et l'inclusion (EDI) et l'accessibilité dans le cadre d'activités conjointes (Lander et Champagne, 2021).

La pertinence de ces partenariats est également liée à l'évolution des conditions géopolitiques. Par exemple, une loi américaine récente, la *United States Innovation and Competition Act of 2021*, appelle à une coopération stratégique avec le Canada dans la gestion des relations avec la Chine et prévoit des investissements notables dans la recherche en science et technologie (S-T) (Touch, 2022). La concurrence économique et technique permanente entre la Chine et les États-Unis crée des tensions pour les pays plus petits et de puissance moyenne qui ont des partenariats avec ces deux nations, comme le Canada (Touch, 2022). Cependant, la coopération ne passe pas toujours par des accords nationaux, bien qu'il existe une coopération fédérale officielle (p. ex. la Stratégie pour un gouvernement vert), en partie pour faciliter la collaboration internationale officieuse (Gouv. des É.-U., 2021).

D'autres partenariats internationaux en STIC sont soutenus par des accords officiels

Le Canada signe des accords scientifiques et technologiques avec la Chine depuis les années 1980, souvent sous forme de protocoles d'entente (McCuaig-Johnston, 2019). Les premiers travaux entre ces pays incluaient des projets de développement canadiens en Chine, qui étaient destinés à aider la Chine plutôt qu'à bénéficier au Canada (McCuaig-Johnston, 2019). D'autre part, la collaboration

5 Protocole d'entente entre la National Science Foundation des États-Unis et le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada pour la coopération en recherche, signé le 15 juin 2021 (U.S. NSF et CRSNG, 2021).

universitaire s'est intensifiée au point que la Chine est l'un des principaux partenaires du Canada en matière de recherche. L'industrie canadienne s'est également de plus en plus associée à la Chine, qui est devenue le deuxième partenaire commercial du Canada (WITS, 2022). L'Accord de coopération scientifique et technologique entre le Gouvernement du Canada et le Gouvernement de la République Populaire de Chine est un accord fédéral plutôt qu'un protocole d'entente ministériel. Son objectif est de favoriser « la commercialisation technologique afin d'accélérer la croissance économique, d'accroître la concurrence internationale et de résoudre les défis mondiaux » (ECCC, 2022). En vertu de cet accord, la gouvernance et la prise de décision relèvent du Comité mixte Chine-Canada. L'accord finance des projets et mobilise des participants de l'industrie, du milieu universitaire et du gouvernement, ce qui conduit à des collaborations entre les deux pays (ECCC, 2022).

L'Accord de coopération scientifique et technologique entre le Canada et la communauté européenne est entré en vigueur en 1996, pour une durée indéterminée. Il s'appuie sur un accord-cadre de coopération commerciale et économique conclu en 1976 et a depuis inspiré l'Accord économique et commercial global (AECG) entre le Canada et l'Union européenne (UE, 2019). Ce dernier accord a contribué à améliorer les relations globales entre le Canada et l'Union européenne (CE, 2021a). Parmi les acteurs mentionnés dans cet accord figurent plusieurs ordres de gouvernement ainsi que des universités, des établissements de recherche, des entreprises et des individus (UE, 2019). Les activités sur lesquelles il porte dépendent d'avantages partagés et équilibrés et comprennent l'échange rapide d'informations, le partage de centres de recherche et l'échange de personnel.

Les programmes fédéraux qui financent les collaborations internationales en STIC peuvent soutenir l'environnement de recherche et d'innovation du Canada

De nombreux programmes du gouvernement du Canada rehaussent la valeur de l'écosystème canadien de la STIC en soutenant directement et indirectement les collaborations internationales dans le domaine (tableau 3.1). Le Programme canadien de l'innovation à l'international (PCII), conçu pour faciliter la collaboration entre les entreprises canadiennes et les partenaires étrangers afin de soutenir la R-D internationale ayant un potentiel de commercialisation, en est un excellent exemple (SDC, 2022a). Il prévoit le financement de partenariats au Brésil, en Chine, en Inde, en Israël et en Corée du Sud (SDC, 2022a). Les projets de R-D collaboratifs visent à aider les PME proches de la commercialisation en finançant 50 % des salaires, des honoraires des entrepreneurs et des frais de déplacement raisonnables (SDC, 2022a; AMC, 2023a). Le PCII finance également les activités de

conclusion de partenariats qui relèvent de l'éducation, du réseautage et de la mise en relation, dans le but de faciliter la collaboration en matière de R-D (AMC, 2023b). Le programme d'encouragements fiscaux pour la recherche scientifique et le développement expérimental utilise les crédits d'impôt pour inciter les entreprises canadiennes à investir dans la R-D (GC, 2022h); les partenariats internationaux en STIC peuvent bénéficier de ce programme lorsque, par exemple, des entreprises étrangères créent des filiales canadiennes qui effectuent des travaux de R-D admissibles au Canada (Investir au Canada, 2022).

Tableau 3.1 Sélection de programmes de financement dont la valeur peut être exploitée dans le cadre de collaborations internationales au sein de l'écosystème canadien de la STIC

Programme	Rôle du partenariat international
Programme des technologies propres en agriculture	Crée un environnement propice au développement et à l'adoption de technologies propres qui contribuera à susciter les changements nécessaires pour parvenir à une économie à faibles émissions de carbone et à favoriser une croissance durable dans le secteur agricole et agroalimentaire du Canada (AAC, 2022).
Corporation d'innovation du Canada (en cours de développement)	Conçu pour aider les entreprises canadiennes à accroître l'innovation et leur productivité en développant et en protégeant la propriété intellectuelle, elle stimule la conception de produits et le développement des entreprises afin de soutenir la croissance économique et la création d'emplois au Canada (FIN, 2023).
Programme des chaires de recherche du Canada	Soutient l'excellence de la recherche au Canada en attirant des chercheurs accomplis et prometteurs en sciences naturelles, génie, sciences de la santé et sciences humaines (GC, 2022g).
Programme canadien de l'innovation à l'international	Aide les entreprises canadiennes à entreprendre une collaboration en R-D avec un partenaire étranger dans le cadre de projets susceptibles d'être commercialisés (SDC, 2022a).
Accélérateurs technologiques canadiens	Offre des occasions d'affaires (p. ex. soutien, mentorat, contacts) dans 12 pôles technologiques mondiaux pour aider les entreprises canadiennes à se développer et à réussir sur les marchés internationaux (SDC, s.d.).
Santé mondiale 3.0	Finance et permet des collaborations internationales en matière de santé et promeut des actions en faveur de la santé mondiale (IRSC, 2021).

(continue)

(a continué)

Grappes d'innovation mondiales	Stimulent la croissance économique et la création d'emplois au Canada en donnant naissance à des partenariats d'affaires solides, en permettant des objectifs à long terme, en procurant des avantages concurrentiels et en rendant possible l'innovation. Il existe cinq grappes axées sur l'économie océanique, l'IA, la fabrication de pointe, les industries des protéines et les technologies numériques (ISDE, 2023a).
Mission Innovation	Finance la R-D, les projets de démonstration et les activités scientifiques connexes qui font avancer les technologies relatives aux énergies propres susceptibles d'aider le Canada à atteindre ses objectifs en matière de changements climatiques et à passer à une économie à faibles émissions de carbone (RNCAN, 2022).
Fonds Nouvelles frontières en recherche	Finance la recherche transformatrice de grande envergure, menée par le Canada, interdisciplinaire, internationale et à haut risque et haut rendement (CCRC, 2022).
Alliance du CRSNG	Les subventions Alliance du CRSNG permettent de financer la collaboration entre des chercheurs universitaires et des acteurs du secteur privé, public ou d'organismes sans but lucratif (CRSNG, 2023).
Fonds stratégique pour l'innovation	Finance des projets de R-D au nom d'ISDE et promeut la position du Canada en tant que destination privilégiée des investissements des entreprises (Lowey, 2021; ISDE, 2023b).

Les organismes subventionnaires du Canada encouragent explicitement la collaboration en matière de STIC à l'échelle nationale et internationale. Par exemple, le Programme de subventions Alliance, volet International du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) finance les projets regroupant des chercheurs nationaux et internationaux, ce qui inclut un protocole d'entente entre le Canada et les États-Unis qui soutient la collaboration en matière de science quantique et d'IA (CRSNG, 2022). En 2022, des subventions ont été accordées à 358 organisations partenaires du secteur privé, 99 du secteur sans but lucratif et 87 du secteur public intervenant dans divers domaines de recherche (CRSNG, 2022). De même, le Fonds Nouvelles frontières en recherche du Comité de coordination de la recherche au Canada soutient des projets interdisciplinaires et de collaboration internationale à haut risque et haut rendement; il s'agit d'un organisme issu d'une collaboration entre les Instituts de recherche en santé du Canada, le CRSNG et le Conseil de recherches en sciences humaines (GC, 2021c; CRCC, 2022).

Les organisations non gouvernementales peuvent faciliter la coopération internationale en STIC

Les collaborations en STIC entre organisations sont souvent facilitées par des organisations non gouvernementales, qui interviennent sur un continuum allant de l'échelon international à l'échelon infranational. Par exemple, Eureka est un réseau international regroupant plus de 45 pays (dont le Canada) créé pour favoriser la croissance des PME grâce à l'accès aux chaînes de valeur mondiales et à la collaboration internationale (CNRC, 2023). Début 2020, lorsque la COVID-19 a provoqué un besoin accru d'innovation coordonnée mondialement, le réseau a lancé deux appels à propositions pour la conception collaborative de nouveaux procédés de lutte contre la pandémie et les maladies fortement infectieuses en général (Paunov et Planes-Satorra, 2021).

À l'échelle nationale, l'Alliance internationale pour l'innovation en matière de développement (GITA), un partenariat public-privé sans but lucratif situé Inde, administre un programme de financement d'activités de R-D coopérative entre des entreprises canadiennes et indiennes (GITA, 2018a, 2018b). Son programme Canada-Inde s'inscrit dans la continuité de l'Accord de coopération scientifique et technologique entre le Gouvernement du Canada et le Gouvernement de la République de l'Inde, conclu en 2005 (GITA, 2018a, 2018b). Le but de l'accord était de favoriser les activités de coopération en STIC « dans des domaines d'intérêt commun et suivant des principes d'égalité et d'avantage mutuel », par exemple dans l'infrastructure intelligente, les technologies propres, les technologies alimentaires et agricoles et la santé (GITA, 2018a).

À l'échelle infranationale, C40 Cities, un organisme sans but lucratif, assure la coordination et l'orientation d'un réseau international de près de 100 maires, dans le but de coordonner les actions climatiques des administrations municipales au-delà des frontières internationales (C40 Cities, 2023c). Il organise des conférences sur la STIC, appuie et accélère l'innovation et échange avec le secteur privé pour stimuler l'innovation (C40 Cities, 2017, 2020, 2023b). Parmi ses activités récentes, mentionnons la création d'un cadre de mesure des changements climatiques, qui demande de définir des indicateurs exploitables et de mettre à la disposition des villes des données et des mesures (C40 Cities et Ramboll, 2019; C40 Cities, 2022). Ces données visent à aider les membres à évaluer les résultats de leurs politiques, à améliorer la prise de décision et à faciliter l'action entre les villes. Bien que la collecte et le partage des données nécessitent un partenariat scientifique, ces dernières peuvent être utilisées par les membres pour guider le processus budgétaire et les activités d'innovation (C40 Cities, 2023a).

Un autre exemple est celui de C100, un organisme reliant les membres de la diaspora technologique canadienne (C100, 2022). Par le biais de son réseau, il apporte un soutien sous forme de mentorat, d'investissements, de partenariats

et d'accès aux talents. Pour évaluer ses progrès et son incidence, il fait le suivi de la taille et de la diversité de ses membres, de leur rôle dans la communauté technologique (p. ex. investisseurs ou fondateurs) et de la portée internationale de son réseau (C100, 2022).

Certains accords de partenariat facilitent la collaboration internationale en STIC par l'harmonisation des lois et des règlements

Tous les partenariats ne fournissent pas une aide financière ou n'investissent pas directement dans la STIC. Les partenariats politiques entre pays visent souvent à établir un environnement réglementaire plus propice à l'innovation. Par exemple, le Canada a renforcé le droit relatif à la propriété intellectuelle en tant que mécanisme de soutien à l'innovation et à la R-D de grande valeur (Gold *et al.*, 2015). Les pays peuvent soutenir les collaborations en STIC en harmonisant leur réglementation, en reconnaissant les normes et standards communs afin de réduire le fardeau et la duplication et en accroissant l'interopérabilité et la cohérence (OCDE, 2020c; U.S. FDA, 2020; TC, 2021). L'Australie, le Canada, le Japon, le Mexique, le Maroc, la Nouvelle-Zélande, Singapour, la Corée du Sud, la Suisse, les États-Unis ainsi que l'Union européenne et ses pays membres ont conclu l'Accord commercial relatif à la contrefaçon, dans le but de faire respecter les droits de propriété intellectuelle et d'améliorer la coopération internationale (AMC, 2013).

De même, le gouvernement du Canada a créé un modèle d'Accord sur la promotion et la protection des investissements étrangers — qui s'appuie sur les dispositions concernant l'innovation incorporées dans les accords de libre-échange tels que l'AECG — afin de créer un environnement stable pour les investissements canadiens à l'étranger (GC, 2021b). Ce modèle inclut la protection de la propriété intellectuelle et des pratiques équitables pour résoudre les litiges entre les investisseurs et l'État (AMC, 2021a). La protection peut servir de base à la collaboration en matière de R-D lorsque les cadres institutionnels et réglementaires appropriés sont utilisés (p. ex. les communautés de brevets ou le partage de connaissances); cependant, dans certains cas, elle permet également un comportement anticoncurrentiel (Lerner, 2012). La propriété intellectuelle, quant à elle, peut faciliter la formation de collaborations entre les universités, les centres de recherche, les parties prenantes gouvernementales et l'industrie (Ruimy, 2017). Le gouvernement du Canada est partie à un certain nombre de traités internationaux visant à harmoniser les lois et les règlements relatifs aux marques, à la propriété intellectuelle et à la conception industrielle, afin d'améliorer les partenariats dans d'autres marchés (OPIC, 2017).

Les programmes gouvernementaux peuvent aider le Canada à acquérir des talents en STIC par l'immigration et l'enseignement postsecondaire

La grave pénurie de main-d'œuvre causée par le vieillissement de la population, ainsi que la demande croissante de travailleurs hautement qualifiés, compromettent la croissance et l'édification de la nation dans de nombreux pays, dont le Canada (Gopal, 2014; Gu et Stoyanov, 2019). Pour y faire face, le gouvernement canadien a mis sur pied plusieurs programmes visant à recruter de nouveaux talents pour répondre aux besoins du marché du travail. Par exemple, le Volet des talents mondiaux aide les entreprises à embaucher des talents étrangers hautement qualifiés et à obtenir des permis de travail après l'acquisition du diplôme afin de recruter des travailleurs et des étudiants étrangers (Gopal, 2014; EDSC, 2023). Les politiques d'immigration qui aident les étudiants étrangers à acquérir la résidence permanente ont fait du Canada une destination très prisée de ces derniers (Gera, s.d.). Les universités canadiennes rivalisent avec celles de l'Australie, du Royaume-Uni et des États-Unis — destinations populaires pour les étudiants internationaux — et tentent d'obtenir leur part du marché des meilleurs et des plus brillants nouveaux talents en STIC (Gopal, 2014). Les étudiants étrangers génèrent également des revenus appréciables pour le Canada. Par exemple, on estime qu'en 2018, ils ont apporté une contribution au PIB du Canada de 1,7 milliard de dollars en retombées économiques directes et indirectes (AMC, 2020).

3.2 L'écosystème de la STIC du Canada

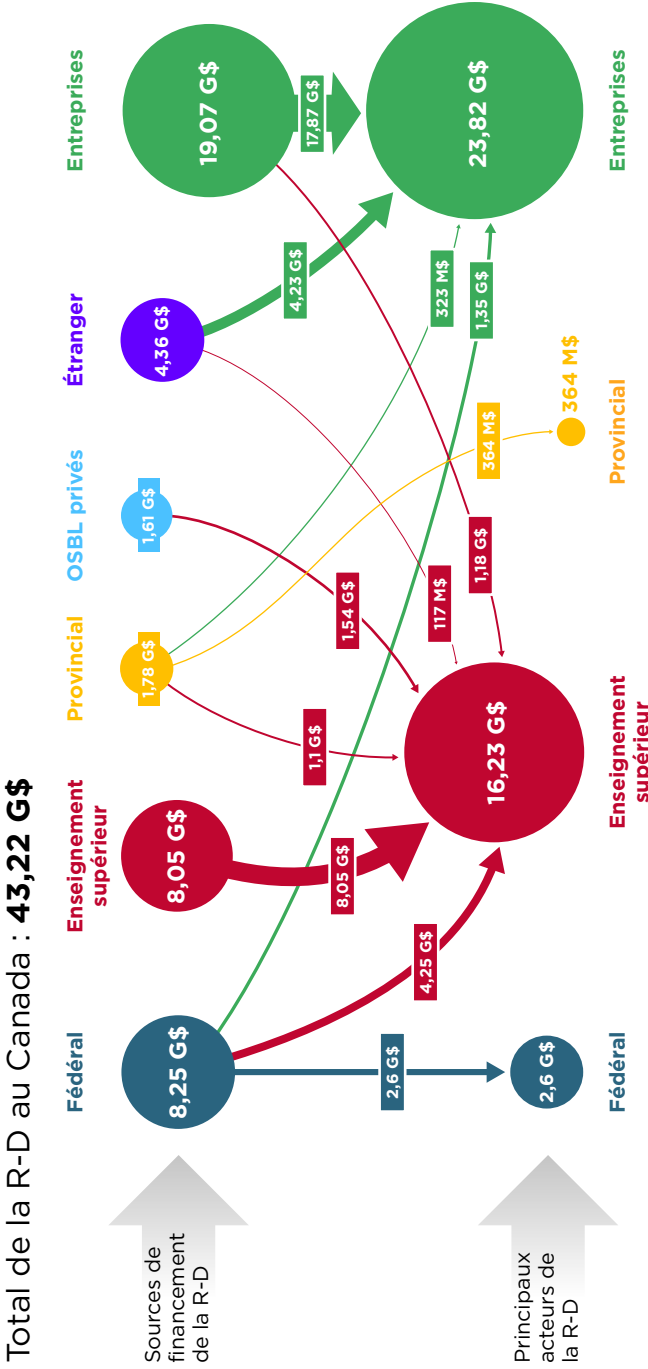
L'écosystème canadien de STIC regroupe de nombreux acteurs qui financent et effectuent la R-D (SDC, 2015; StatCan, 2022d). Les acteurs de la STIC proviennent des secteurs public et privé et de la société civile; les acteurs du secteur public comprennent les différents ordres de gouvernement (gouvernement fédéral, provincial ou territorial, autochtone et administration municipale). Pour atteindre leurs objectifs nationaux et institutionnels, les gouvernements, les entreprises, les universités et les organismes sans but lucratif réalisent et encouragent des activités scientifiques et d'innovation. Bien que le financement soit un catalyseur essentiel de l'écosystème canadien de STIC, la main-d'œuvre, l'infrastructure (p. ex. l'équipement et les installations), les ressources naturelles et la coordination sont également des facteurs clés qui favorisent la collaboration internationale dans ce domaine. Les points forts connus en matière de recherche et d'innovation justifient la collaboration et sont essentiels à une solide position de négociation.

3.2.1 Financement et rendement de la R-D au Canada

Statistique Canada effectue le suivi du financement et du rendement de la R-D dans sept secteurs : administration fédérale, administration provinciale et territoriale, entreprises, enseignement supérieur, organismes privés sans but lucratif, organismes de recherche provinciaux et territoriaux et sources étrangères (StatCan, 2021a). Les investissements sont un élément crucial de l'innovation; cependant, il faut savoir qui réalise l'innovation pour obtenir une bonne image du partenariat. L'innovation peut s'effectuer à l'interne ou par la fourniture de fonds à des organisations canadiennes ou internationales, comme c'est souvent le cas pour les organismes qui financent l'innovation mais n'effectuent pas leur propre R-D (Becheikh *et al.*, 2006).

Au Canada, la R-D est principalement financée et réalisée par des entreprises commerciales

La R-D est une forme majeure d'activité de S-T et est fortement associée à l'innovation et à la croissance (Clancy, 2022; StatCan, 2022a). En 2022, les DIRD au Canada, tous secteurs confondus, s'élevaient à environ 43 milliards de dollars (StatCan, 2023a). Les entreprises canadiennes sont celles qui financent et réalisent le plus de travaux de R-D; elles ont dépensé environ 19 milliards de dollars et ont réalisé environ 24 milliards de dollars de travaux de R-D au pays en 2022. Si le gouvernement fédéral est la deuxième source de financement de la R-D (8,25 milliards de dollars en 2022), il a consacré 2,6 milliards à la R-D interne cette même année. Parmi les fonds alloués aux autres acteurs, 4,25 milliards de dollars ont été attribués à la R-D effectuée dans le secteur de l'enseignement supérieur, 1,35 milliard aux entreprises commerciales et 44 millions aux organismes privés sans but lucratif (StatCan, 2023a). Les autres principaux bailleurs de fonds de la R-D en STIC au Canada sont les gouvernements provinciaux et territoriaux, les organismes de recherche ainsi que les établissements d'enseignement supérieur, les organismes privés sans but lucratif et les sources étrangères (figure 3.2).



Adapté avec l'autorisation de Global Advantage Consulting Group (2023)

Figure 3.2 Principaux flux de financement de la R-D, 2022

Montants que les bailleurs de fonds de la R-D ont alloués aux principaux exécutants de la R-D au Canada en 2022, en milliards (G\$) et en millions (M\$). Les données sont tirées de StatCan (2023a). Les totaux peuvent ne pas correspondre à la somme des éléments à cause de fonds mineurs supplémentaires non indiqués.

Les dépenses de R-D en sciences naturelles et en génie ont régulièrement augmenté entre 2015 et 2020, en grande partie grâce aux investissements du gouvernement fédéral et des entreprises, mais restent inférieures à celles d'autres pays (StatCan, 2023a; Banque mondiale, 2023a). Les sciences humaines et les arts ont également connu une croissance de ces dépenses au cours de cette période, principalement sous l'effet des investissements du gouvernement fédéral et des établissements d'enseignement supérieur (StatCan, 2023a). Le Canada bénéficie également d'investissements étrangers; par exemple, en 2019, environ 6,8 milliards de dollars américains y ont été réalisés dans la R-D commerciale sur les technologies de l'information dans les industries aux États-Unis (NCSES, 2019). Bien que souvent instructif, l'apport en R-D n'est qu'une mesure précoce et générale de l'innovation et comporte donc d'importantes limites (examiné dans Committee on Assessing the Value of Research in Advancing National Goals, 2014).

Les dépenses extra-muros sont un moyen d'effectuer de la recherche et de mettre en place des partenariats scientifiques et technologiques

En 2020, les entreprises du Canada ont externalisé 4,6 milliards de dollars de R-D vers d'autres entreprises, des hôpitaux, des universités et autres, une plus grosse part de ces dépenses, soit environ 70 %, ayant été versée à des organisations canadiennes que les années précédentes. En ce qui concerne la recherche interne réalisée par des entreprises privées, près des deux tiers des dépenses ont été consacrées aux salaires et traitements (StatCan, 2022b).

Les entreprises de propriété canadienne dirigent une partie de leurs dépenses de R-D vers d'autres organisations. En 2020, les entreprises ont effectué environ 2,2 milliards de dollars de dépenses extra-muros de R-D au bénéfice d'autres organisations canadiennes — principalement d'autres entreprises (1,8 milliard), mais aussi d'établissements d'enseignement supérieur et de diverses autres organisations et personnes (~0,3 milliard); 1 milliard a également été octroyé à des organisations hors Canada (StatCan, 2023c).

3.2.2 Principaux points forts du système canadien de STIC

Les principales forces de la R-D industrielle canadienne sont les services de R-D scientifique, la conception de systèmes informatiques, la fabrication d'équipements de communication et la fabrication de produits et de pièces pour l'aérospatiale (CAC, 2018). L'intensité de la R-D n'est qu'un critère de la mesure de l'innovation. Le rapport *Business innovation statistics and indicators* publié en 2022 par l'OCDE synthétise de nombreux indicateurs servant à évaluer l'innovation des entreprises dans les pays membres (OCDE, 2022k). Selon ces indicateurs, les entreprises canadiennes se situaient bien en dessous de la moyenne des entreprises engagées

sur les marchés internationaux (OCDE, 2022k). Toutefois, la situation semble différente si l'on analyse uniquement les entreprises canadiennes qui travaillent à l'innovation. Le Canada présentait l'un des pourcentages les plus élevés d'entreprises innovantes, et ces entreprises affichaient le pourcentage le plus élevé de présence sur les marchés étrangers (OCDE, 2022k). Dans l'ensemble, les données portent à croire que le Canada est à la traîne en ce qui concerne l'engagement international global, mais que ses entreprises mènent régulièrement des activités d'innovation, notamment par le biais de la collaboration internationale.

De même, le Canada avait la proportion la plus élevée d'entreprises engagées dans l'innovation de produits (parmi celles qui conçoivent des produits de manière indépendante), ce qui pourrait révéler un manque de partenariats (OCDE, 2022k). Bien qu'il soit globalement bien classé au chapitre de l'innovation, le Canada se situe dans le dernier quart des pays dont les entreprises effectuent de la R-D relative aux produits ou commerciale; il est encore moins bien classé en ce qui concerne le financement de la R-D par rapport aux autres activités d'innovation (OCDE, 2022 k). Le Canada possède la plus forte proportion d'entreprises innovantes⁶ (par rapport à l'ensemble des entreprises) de l'OCDE, bien que seule une petite partie de ces entreprises soit présente sur les marchés étrangers (StatCan, 2021d; OCDE, 2022k). Dans toutes les industries sondées au Canada en 2019, 52,5 % des entreprises interrogées ont déclaré avoir réalisé une activité d'innovation (qu'elle soit interne ou externalisée) (StatCan, 2021d). C'est dans le secteur manufacturier (47,2 %), dans les industries de l'information et de la culture (42,1 %) et dans les industries des services professionnels, scientifiques et techniques (38,3 %) que l'activité de R-D était la plus intense (StatCan, 2021d).

La Corporation d'innovation du Canada peut jouer un rôle dans les partenariats internationaux en STIC

Dans son budget 2023, le gouvernement du Canada a proposé de créer un nouvel organisme d'innovation, la Corporation d'innovation du Canada (CIC) (GC, 2023c). L'objectif du CIC serait de tirer parti de l'expertise du secteur privé pour accroître les investissements des entreprises dans la R-D à des fins d'innovation pour que les gains réalisés grâce à l'innovation canadienne profitent à la population du pays (FIN, 2023). Le CIC suivra les tendances économiques nationales et internationales, utilisera des données et des évaluations pour déterminer les initiatives fructueuses, exploitera les atouts canadiens et tentera d'attirer des talents techniques et commerciaux afin de renforcer la compétitivité économique du Canada. Elle cherchera à promouvoir la collaboration internationale afin d'exposer les entreprises canadiennes à la R-D mondiale et aux marchés

⁶ Les *entreprises innovantes* sont celles qui ont déclaré une ou plusieurs innovations au cours de la période de référence (2016–2018) (OCDE, 2022k).

étrangers et de compléter le travail international d'autres programmes gouvernementaux par une aide à long terme aux projets de R-D qui concernent des entreprises internationales (FIN, 2023).

Le système canadien de production scientifique et de connaissances est une source de collaboration et d'impact considérables

Le Canada s'inscrit dans une tendance croissante à la collaboration internationale (Gui *et al.*, 2019). En 2020, les universitaires canadiens ont collaboré avec des collègues de plus de 200 pays, contre 168 en 2010 (Clarivate, 2023). Cette même année, plus de 54 % des travaux de recherche menés au Canada l'ont été en collaboration avec des collègues étrangers, contre 38 % en 2010. Les États-Unis sont le partenaire le plus fréquent du Canada, avec 33 841 articles publiés en 2020, soit 26 % des copublications internationales du Canada (tableau 3.2). Ils sont suivis par le Royaume-Uni. La Chine est passée en troisième position, ce qui représente un changement pour le Canada, car ce pays était un collaborateur peu important (en termes de copublications) dans les années 2000 — les collaborations entre le Canada et la Chine ont augmenté de plus de 75 % entre 2010 et 2020. Parmi les 25 plus gros collaborateurs, seul l'Iran a connu une hausse plus importante en pourcentage au cours de la dernière décennie (76 %) (Clarivate, 2023).

Depuis 2010, le Canada a accru ses collaborations avec tous les pays, à l'exception du Venezuela, et compte désormais 32 nouveaux partenaires — principalement des petits pays qui ne sont entrés que récemment dans l'arène scientifique mondiale (Clarivate, 2023). Ces nouveaux venus et l'essor de la Chine ont accru la présence internationale du Canada, tout en diminuant la part proportionnelle de partenaires de longue date du Canada, tels que la France, l'Allemagne et les États-Unis. La proportion des collaborations avec États-Unis est passée de 34 % en 2010 à 26 % en 2020, et de 6 % en 2010 à 4,9 % en 2020 pour la France (Clarivate, 2023).

Il est également utile de tenir compte de l'impact des travaux publiés. Parmi les pays partenaires, ce sont les collaborations avec la Belgique, les Pays-Bas et la Norvège qui ont eu la plus grande incidence en 2020, c'est-à-dire qui ont généré le plus grand nombre de citations des travaux publiés, plus de 35 % de ces travaux se trouvant dans les 10 % les plus cités dans la base de données Web of Science (Clarivate, 2023). Parmi les 25 plus gros collaborateurs, 17 comptaient plus de 30 % de leurs travaux en collaboration avec le Canada dans les 10 % les plus cités (tableau 3.2). Pour les travaux publiés en 2015 — qui ont eu plus de temps pour accumuler les citations — les collaborations avec la Bulgarie, la Sierra Leone et le Soudan semblent avoir eu un impact disproportionné. Même si le nombre d'articles produits par ces collaborations est relativement faible, la proportion de ces travaux parmi les 10 % les plus cités est plus élevée que pour les autres pays

(Clarivate, 2023). En plus de créer de la valeur par la production de nouvelles connaissances scientifiques, les réseaux peuvent être mis à profit pour trouver des partenariats internationaux en STIC productifs et efficaces. Il existe de nombreux outils pour mieux visualiser ces réseaux et les parcourir afin de dénicher des pays, des organismes et des chercheurs dont les capacités peuvent contribuer à la réalisation des objectifs de STIC du Canada (VT University Libraries, 2023).

Tableau 3.2 Les 25 plus gros collaborateurs du Canada selon les copublications, 2010-2020

Pays	Documents dans Web of Science (2020)	% de documents de 2020 dans les 10 % les plus cités	Documents dans Web of Science (2015)	% de documents de 2015 dans les 10 % les plus cités	Documents dans Web of Science (2010)	% de documents 2010 dans les 10 % les plus cités
États-Unis	33 841	23	24 399	24	17 969	23
Royaume-Uni	12 327	29	7 961	29	5 081	27
Chine (continentale)	12 277	23	6 563	21	3 015	19
Allemagne	8 103	31	5 360	30	3 568	27
France	7 681	27	5 239	26	3 560	25
Australie	7 383	31	4 432	29	2 344	26
Italie	5 341	34	3 167	32	2 036	28
Pays-Bas	4 502	35	2 876	34	1 816	30
Espagne	4 447	35	2 460	32	1 518	28
Suisse	4 002	33	2 313	32	1 423	30
Bésil	3 348	24	1 843	25	852	19
Japon	3 284	31	2 070	29	1 443	21
Suède	2 691	35	1 781	32	1 031	33
Belgique	2 584	36	1 622	31	896	30
Iran	2 463	21	1 023	15	588	14
Inde	2 373	27	1 307	23	734	21
Danemark	2 237	35	1 434	35	694	34
Corée du Sud	1 853	34	1 118	28	792	18

(continue)

(a continué)

Autriche	1 761	32	1 022	37	614	32
Norvège	1 661	35	1 023	35	569	32
Israël	1 549	32	966	32	638	25
Pologne	1 493	33	958	31	522	25
Russie	1 478	33	833	31	494	19
Afrique du Sud	1 473	33	899	33	389	28
Arabie Saoudite	1 391	23	1 069	19	209	13
Total 25 premiers	131 543		83 738		52 295	

Source des données : Clarivate (2023)

3.2.3 Atouts de l'écosystème canadien de STIC : talents, installations, sites et ressources

Les partenariats d'innovation compétitifs et productifs nécessitent des talents scientifiques, de l'équipement de pointe, des installations de premier plan, un environnement réglementaire favorable, ainsi que des réseaux, des investissements et des entreprises pour aider les innovations à atteindre les objectifs commerciaux et sociétaux. Dans les partenariats internationaux, ces atouts sont partagés entre les collaborateurs pour, idéalement, en arriver à un meilleur résultat que ce qui aurait pu être accompli seul. La main-d'œuvre, les installations, les ressources et les réseaux d'innovation du Canada contribuent à l'innovation collaborative à l'échelle nationale et internationale.

Le Canada abrite une main-d'œuvre relativement importante et bien formée

En 2020, le nombre total de personnes travaillant dans le domaine de la R-D au Canada dépassait les 275 000 (StatCan, 2023b). La plus grande proportion de personnel de R-D, soit 65 %, est employée par le secteur des affaires, suivi de l'enseignement supérieur avec 29 % (StatCan, 2023b). Le gouvernement fédéral emploie à lui seul plus de 40 000 personnes dans le domaine de la science et de la technologie (StatCan, 2022a). En outre, l'embauche récente de chercheurs — par rapport à d'autres types de personnel (p. ex. les techniciens ou le personnel administratif) — a été une cause majeure de la nouvelle croissance de l'emploi dans la R-D; les chercheurs occupaient 7 postes de R-D sur 10 en 2019 (StatCan, 2022c). Le Canada se classait au 16^e rang des pays de l'OCDE pour le nombre total de chercheurs par millier d'employés en 2019 (OCDE, 2022j) et il dispose de la main-d'œuvre la plus instruite du G7 (StatCan, 2022e).

Le Canada accueille divers réseaux, services et installations de recherche qui profitent et participent à la collaboration internationale

Le Canada dispose de nombreuses installations et ressources capables de catalyser l'innovation et les partenariats internationaux. Les installations scientifiques collaboratives partagées, souvent regroupées sous l'appellation de *mégascience*, servent de plateformes sur lesquelles des outils, des services et des technologies sont créés pour produire de la valeur (Robinson, 2021). Les connaissances sont considérées comme rayonnant à partir de telles installations vers des domaines connexes; toutefois, l'étendue des réseaux d'innovation générés à partir de ce type d'infrastructure partagée n'est pas bien caractérisée (Li-Ying *et al.*, 2022). Le réseau fédéral de S-T compte plus de 3 500 actifs de STIC et environ 200 installations de recherche (SPAC, 2020). La Fondation canadienne pour l'innovation (FCI) tient à jour un répertoire des centres de recherche financés par des fonds publics — le Navigateur d'installations de recherche — qui comprend des équipements provenant de plus de 800 centres dans plus de 28 secteurs d'application, dans le but de faciliter la collaboration entre l'industrie, les universités et le gouvernement (FCI, s.d.).

Parmi les principales installations, réseaux et services de recherche du Canada, on peut citer :

- le Réseau national de conception du Canada pour la recherche sur les micro et nanotechnologies (FCI, s.d.);
- le Navire de la Garde côtière canadienne (NGCC) *Amundsen*, un brise-glace de recherche arctique (GC, 2022f);
- le synchrotron de recherche du Centre canadien de rayonnement (CLS) (CLS, s.d.);
- les services de l'Alliance de recherche numérique du Canada en matière d'informatique de recherche avancée, de gestion des données de recherche et de logiciels de recherche (Alliance de recherche numérique du Canada, 2023);
- le Centre international de recherche sur les vaccins (InterVac), un centre de recherche de niveau de confinement 3 (VIDO, 2023);
- le réseau national de recherche et d'éducation (National Research and Education Network) (CANARIE, 2023);
- Réseaux océaniques Canada, un des plus grands centres d'observation des océans au monde (Coastal First Nations, 2022);
- Réseau de contrôle océanique, une plateforme mondiale de recherche aquatique, de gestion des données et de partenariat (OTN, 2023);
- SNOLAB, un laboratoire de recherche canadien situé profondément sous terre (SNOLAB, 2023);
- TRIUMF, le centre d'accélérateurs de particules du Canada (TRIUMF, s.d.).

Le Canada joue également un rôle dans les installations internationales, telles que l'Observatoire international du télescope de trente mètres (*Thirty Meter Telescope*) (TMT, 2022). Nombre de ces installations, services et réseaux de recherche facilitent les collaborations internationales. Les grandes installations scientifiques sont également un catalyseur pour la conclusion d'accords internationaux en STIC (p. ex. Hitachi, 2011; Ribeiro, 2022).

Les forums de coopération internationale sont précieux, car ils peuvent servir à lancer et soutenir des partenariats internationaux en STIC (GC, 2023d). Par exemple, le forum de Coopération économique pour l'Asie-Pacifique (APEC), dont le Canada est membre, s'efforce d'améliorer l'intégration économique (p. ex. par renforcement des connexions des chaînes d'approvisionnement, l'élimination des obstacles aux affaires ou l'établissement de relations commerciales), ce qui peut améliorer les perspectives d'innovations. L'APEC soutient également la STIC directement au moyen de divers prix d'innovation (GC, 2023d). De même, l'Organisation des États américains travaille à faire avancer la science, la technologie et l'innovation par le biais d'un cadre de partenariat (OEA, 2023). Citons également le Global Research Council, un réseau mondial de dirigeants d'organismes de financement scientifique et technologique associés pour améliorer la science internationale et qui se décrit comme une ressource pour « bâtir un environnement de recherche de premier plan » (GRC, 2023).

Les ressources naturelles, la géographie et l'expertise du Canada créent des possibilités de partenariats internationaux en STIC

La R-D sur les ressources naturelles, l'exploitation minière et l'énergie se déroule partout au Canada et constitue la base de nombreux programmes de STIC et de partenariats internationaux dans le domaine (SDC, 2017; NORCAT, 2022; OFI, 2022; Ribeiro, 2022). Par exemple, le froid constant dans l'Arctique, qui représente 40 % du territoire canadien, permet la recherche et l'innovation relative à la fabrication sous climats froids dans les secteurs de l'automobile et de l'aérospatiale, entre autres (SDC, 2017). Le partenariat de recherche de l'Ocean Frontier Institute s'appuie sur les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques uniques de l'Atlantique Nord et de l'Arctique canadien pour fournir des prévisions océaniques utiles à l'échelle mondiale (OFI, 2022). Le programme des Grappes d'innovation mondiales du Canada participe à des partenariats visant à faire progresser les technologies agricoles et la sécurité alimentaire et à améliorer les chaînes d'approvisionnement (ISDE, 2022). Le Bureau de recherche et de développement énergétiques de Ressources naturelles Canada soutient l'innovation énergétique, par le biais de programmes tels que Mission Innovation, grâce à des partenariats publics et privés à l'échelle nationale et internationale (BRDE, 2023). Les provinces et les territoires offrent également des possibilités uniques de partenariats

infranationaux pertinents à l'échelon local. Par exemple, la Saskatchewan Research Council et la Korea Mine Rehabilitation and Mineral Resources Corporation ont signé en 2022 un protocole d'entente pour faciliter la coopération en matière d'échange d'informations, de commerce et d'investissement, la R-D touchant l'exploration et le traitement des minéraux essentiels et la réhabilitation des mines (Gouv. de la Sask., 2022). La géographie et les ressources naturelles du Canada, ainsi que l'expertise acquise à leur sujet, combinent actifs corporels et actifs incorporels en un segment précieux de l'écosystème de la STIC.

Les grappes d'innovation privées et publiques constituent une part importante de l'écosystème canadien de la STIC

Le corridor Toronto–Waterloo constitue l'une des plus grandes grappes technologiques au monde et abrite des petites, moyennes et grandes entreprises, des entreprises en démarrage, du capital, une main-d'œuvre hautement qualifiée et de nombreuses universités (Waterloo EDC, 2022). Au sein de ces grappes technologiques, des accélérateurs et des incubateurs fournissent des capitaux et une expertise entrepreneuriale aux petites entreprises et aux entreprises en démarrage (Waterloo EDC, 2023). D'autres grappes, comme le Cascadia Innovation Corridor, s'étendent au-delà des frontières internationales (Cascadia Innovation Corridor, 2018). Cette grappe relie Vancouver, Seattle et Portland pour renforcer la position du Grand Nord-Ouest du Pacifique en tant que « pôle mondial d'innovation et de commerce » (Cascadia Innovation Corridor, 2018).

Le programme Grappes d'innovation mondiales encourage la collaboration entre les leaders de l'industrie, les PME et les établissements d'enseignement postsecondaire dans le but d'accélérer la croissance dans des secteurs clés, notamment ceux des technologies numériques, des protéines végétales, de la fabrication avancée, de l'utilisation de l'IA dans les chaînes d'approvisionnement et dans les océans (ISDE, 2021a). Il facilite l'innovation en attirant les talents, la recherche, les capitaux et les entreprises, en mettant en relation les partenaires et les collaborateurs, en innovant avec de nouveaux produits et processus, en développant les industries et en donnant aux PME les moyens d'accélérer leur croissance et d'accéder à de nouveaux marchés et à la propriété intellectuelle (ISDE, 2021a). Ce programme rassemble des chercheurs, des universitaires, des organisations autochtones, des organismes sans but lucratif, des entreprises, des accélérateurs et des organismes de financement afin d'améliorer la commercialisation (ISDE, 2021b, 2023a).

Les écosystèmes d'entreprises en démarrage combinent le financement, l'infrastructure, l'expertise commerciale et technique et l'accès au marché, contribuant ainsi à l'écosystème d'innovation au sens large. Au Canada, ces écosystèmes se distinguent par leurs atouts nationaux et internationaux (encadré 3.1).

Encadré 3.1 Les 100 meilleurs écosystèmes d'entreprises en démarrage : la place du Canada dans le monde

Dans le *Global Startup Ecosystem Report*, paru en 2022, le corridor Toronto-Waterloo se classe au 17^e rang mondial, Vancouver et Montréal respectivement au 30^e et 36^e rang, tandis que Calgary et Ottawa se trouvent respectivement entre les 61^e et 70^e rangs et entre les 81^e et 90^e rangs. Le Canada atlantique, considéré collectivement comme un écosystème, aurait été classé 66^e au niveau mondial, en raison de la croissance et de l'innovation dans plusieurs secteurs, comme celui des technologies océaniques. Calgary est un bénéficiaire important des investissements en capital de risque en Alberta, tandis qu'Edmonton est considérée comme une région disposant de jeunes talents bien formés pour les entreprises en démarrage. Fait notable, ce sont les universités montréalaises qui attirent collectivement le plus fort financement de la recherche au Canada, avec plus de 1,34 milliard de dollars par an. Les points forts de l'écosystème montréalais sont les sciences de la vie, l'IA, les analyses et les technologies financières. En 2022, environ la moitié du capital de risque au Canada, soit 7,7 milliards de dollars, a bénéficié à des entreprises de l'écosystème de Toronto-Waterloo. Cette région est également le troisième écosystème d'innovation en Amérique du Nord et celui qui connaît la croissance la plus rapide.

(Startup Genome, 2022)

3.3 Programmes et cadres d'évaluation des partenariats internationaux en STIC

La disponibilité de cadres, de méthodologies et de techniques décisionnels concernant les partenariats internationaux en STIC est limitée. Il est probable que certains organismes de STIC canadiens possèdent des outils et des évaluations qui ne sont pas accessibles au public, et il en va probablement de même dans d'autres pays. Le manque d'informations accessibles au public n'implique pas une incapacité interne à prendre des décisions en matière de STIC à partir des données. De plus, certains exemples internationaux donnent un aperçu des pratiques utilisables pour mieux guider les partenariats internationaux du Canada.

Les techniques décisionnelles reposant sur les données peuvent être adaptées et utilisées dans tous les domaines et tous les pays

En 2014, le ministère suédois de l'Éducation et de la Recherche, en collaboration avec le ministère de l'Industrie, a parrainé une analyse des indicateurs de recherche et d'innovation au Canada, en Allemagne, en Grande-Bretagne, au Japon, en Norvège, à Singapour, en Corée du Sud et aux États-Unis (Tillväxtanalys, 2014). Les indicateurs ont été classés en deux grandes catégories : indicateurs internes (p. ex. attirer les talents et les investissements) et indicateurs externes (p. ex. accroître l'influence politique et accéder à de nouveaux marchés). Ces indicateurs traduisent l'attitude des pays à l'égard de la coopération internationale en science et en innovation. Par exemple, à Singapour, en partie en raison de la taille du pays, l'internationalisation est considérée comme faisant partie intégrante du système national de R-D. En revanche, les États-Unis examinent la coopération internationale, mais peuvent se reposer sur leur attractivité pour alimenter cette coopération. L'analyse suédoise a défini différents rôles pour les indicateurs qui pourraient éclairer les partenariats internationaux en STIC et déterminer les forces motrices, les mécanismes d'internationalisation et les acteurs importants de l'innovation mondiale (Tillväxtanalys, 2014). Les pratiques d'évaluation internationales continuent d'évoluer, car de nombreux pays effectuent des évaluations des programmes de partenariat en STIC. Quelques exemples soulignant les pratiques actuelles sont présentés ci-dessous.

Le KISTEP de Corée du Sud offre une énorme capacité d'aide au processus décisionnel en STIC

La Corée du Sud dispose d'un service spécialisé dans l'évaluation et la planification scientifiques et technologiques : l'Institut coréen d'évaluation et de planification scientifiques et technologiques (KISTEP, 2021a). Parmi ses principales fonctions figurent la planification et la coordination de la politique scientifique et technologique et la facilitation de la coopération internationale en S-T (KISTEP, 2020). Le KISTEP examine le plan de cette coopération, étudie la conception d'une méthode d'évaluation, effectue le suivi des programmes de diplomatie scientifique et technologique d'autres pays, élabore des stratégies de collaboration avec ceux-ci — par exemple, Horizon Europe — et évalue les programmes stratégiques officiels d'aide au développement scientifique et technologique (KISTEP, 2021b). Ces activités utilisent notamment des indicateurs environnementaux, sanitaires, bibliométriques et économiques (KISTEP, 2021a). Les rapports produits par le KISTEP peuvent être granulaires au point de porter sur les progrès réalisés dans l'élaboration de nouveaux indicateurs ou sur la mise à jour des indicateurs actuels

(KISTEP, 2021b). Le KISTEP étudie le rendement de la S-T coréenne et étrangère, les systèmes statistiques et les indicateurs pour mesurer « la diplomatie nationale et étrangère et la coopération internationale en matière de ST » (KISTEP, 2021b).

Dans le cadre de ses travaux, le KISTEP produit des stratégies, des outils et des indices destinés à éclairer la prise de décision en S-T, notamment des plans de prospective sur 20 ans ou plus (KISTEP, 2021c), la comparaison de 100 indicateurs entre plusieurs pays (KISTEP, 2022) et l'indice composite d'innovation scientifique et technologique multinational (KISTEP, 2021b). Dans certains cas, il assume des tâches de soutien plus particulières, comme l'analyse des investissements en R-D, de la coopération internationale et des tendances industrielles sur un sujet donné (p. ex. les maladies infectieuses). Mais ses activités ne se limitent pas aux évaluations; il s'engage également dans la coopération internationale sur les programmes de formation, renforce les partenariats stratégiques et participe à des forums internationaux (KISTEP, 2021b).

Le Royaume-Uni utilise plusieurs méthodes pour évaluer les programmes de partenariat internationaux en STIC

Les deux paragraphes suivants s'appuient sur des entretiens que le CAC a menés avec des fonctionnaires du Royaume-Uni. Ces dernières années, ce pays a élaboré un cadre de partenariat scientifique et technologique international — l'ISTPF — axé sur sept familles de technologies stratégiques : matériaux et fabrication avancés; IA, numérique et informatique avancée; électronique, photonique et quantique; robotique et machines intelligentes; technologies énergétiques et environnementales; bio-informatique et génomique; et biologie de l'ingénierie. L'ISTPF a défini et évalue 43 partenaires internationaux (à l'échelon national) dans trois catégories : leaders mondiaux (13), pays à forte intensité de recherche et d'innovation (12) et pays émergents dans le domaine de la S-T (18). Il cherche à se concentrer sur les 25 pays des deux premières catégories, tout en permettant aux ministères d'utiliser leurs fonds d'aide au développement à l'étranger pour soutenir les 18 autres. Le gouvernement actuel a toutefois restreint le nombre de pays cibles à sept.

L'ISTPF est géré par le ministère de la Science, de l'Innovation et de la Technologie (DSIT) et a pour but de guider plutôt que de diriger, sachant que chaque ministère adaptera le cadre à ses besoins particuliers. Il n'est pas prévu que le cadre guide les partenariats des universités ou d'autres acteurs au-delà du gouvernement. La mise en œuvre consiste en une cartographie pangouvernementale des partenariats scientifiques et technologiques, une planification stratégique (qui inclut l'établissement de la vision du partenariat, le contexte stratégique local, les

résultats à atteindre, les produits livrables à produire et les ressources nécessaires) et la coordination des visites, des échanges, des réseaux et des programmes scientifiques multilatéraux. La moitié d'un fonds de l'ISTP dédié est allouée à UK Research and Innovation (UKRI, voir ci-dessous) et l'autre moitié aux établissements de recherche du secteur public (PSRE) (p. ex. les laboratoires gouvernementaux et le service météorologique national) et aux académies nationales. La gouvernance de ce fonds comprend les éléments suivants :

- Le Conseil national de la science et de la technologie (National Science and Technology Council, NSTC) (niveau ministériel);
- Le Bureau de la stratégie scientifique et technologique (Office for Science and Technology Strategy), un secrétariat au niveau du Conseil privé qui aide le NSTC par des analyses et des réflexions stratégiques;
- Le Bureau gouvernemental des sciences (Government Office for Science, GO-Science), un organisme du DSIT qui se concentre sur la politique scientifique en tant que groupe d'analyse et de coordination interministériel;
- Un conseil de gouvernance, composé de représentants du DSIT, du Bureau des Affaires étrangères et du Commonwealth (Foreign, Commonwealth and Development Office), de l'UKRI, des PSRE, des académies nationales et du conseiller scientifique en chef.

L'UKRI est un organisme-cadre de recherche qui regroupe neuf conseils membres. Il soutient la recherche et l'innovation au Royaume-Uni, souvent par la promotion de collaborations internationales (UKRI, 2022a). Son Fonds pour la collaboration internationale (FIC), lancé en 2018, a fait l'objet d'une évaluation de référence provisoire (Rosemberg et Brown, 2021). Cette première évaluation donne un aperçu des mesures et des méthodologies utilisées pour évaluer les programmes de partenariat international par le biais d'une combinaison d'entretiens, d'ateliers, d'enquêtes, d'analyses de portefeuille et d'estimations des résultats et de l'impact de la recherche. L'UKRI a basé ses méthodes d'évaluation sur celles utilisées pour les programmes de partenariat international en Autriche, en Suisse et aux États-Unis (encadré 3.2).

Encadré 3.2 Examen par la FIC des programmes étrangers d'aide aux partenariats internationaux

Dans le cadre de l'évaluation de référence provisoire du FIC en ce qui concerne la collaboration internationale, Rosemberg et Brown (2021) ont étudié des programmes similaires d'autres pays, ainsi que leurs évaluations. Leurs conclusions à propos de certains d'entre eux sont résumées ci-dessous.

Les programmes de coopération bilatérale de la Suisse dans le domaine de la S-T se focalisent sur les relations de recherche prometteuses avec des régions ou des industries en plein essor dans des pays non européens. Les décisions de partenariat sont fondées sur l'intérêt mutuel, l'excellence scientifique et le cofinancement, et les projets sont évalués séparément par chaque pays dans le cadre d'un examen par les pairs (IRIS Group, 2020; Rosemberg et Brown, 2021). Ces programmes s'appuient sur une définition descendante des priorités et un examen ascendant par les pairs des décisions concernant les partenariats. Leur évaluation est conceptualisée selon une chronologie modélisée logique — intrants, activités, résultats, effets à court et à long terme (IRIS Group, 2020). Les intrants comprennent le financement et la gouvernance; les activités englobent la promotion et l'administration des subventions; les résultats sont le nombre et la nature des projets; les effets à court terme sont les publications, les collaborations et les compétences qui découlent du programme; et les effets à long terme sont les améliorations à l'environnement de recherche et aux mesures économiques (IRIS Group, 2020).

Aux États-Unis, l'initiative Partnerships for International Research and Education (PIRE) de la National Science Foundation (NSF) est un programme multinational soutenu par les accords de cofinancement de la NSF avec 18 pays (Rosemberg et Brown, 2021). L'évaluation portait sur la recherche et la collaboration efficace (Martinez *et al.*, 2015). Pour mesurer les résultats de la recherche, on s'est servi de la quantité et de la qualité des publications, ainsi que l'étape dans la carrière des chercheurs concernés. La fréquence des collaborations internationales pendant et après le programme a également été évaluée. Il a été déterminé que la concordance entre PIRE et les établissements participants est un avantage pour les projets internationaux (Martinez *et al.*, 2015). Les résultats de la recherche ont été comparés à ceux d'autres programmes de la NSF par des quasi-expériences afin d'obtenir une mesure plus rigoureuse du succès et de cerner les forces et les faiblesses du programme en question (Rosemberg et Brown, 2021).

(continue)

(a continué)

Le Fonds autrichien pour la science (FWF) inclut de nombreuses collaborations internationales dans son portefeuille de recherche scientifique — celles-ci sont le produit de partenariats à la fois descendants et ascendants (Rosemberg et Brown, 2021). L'évaluation du FWF effectuée en 2017 a permis d'analyser plus d'une décennie de données. Elle a principalement utilisé des analyses bibliométriques pour comparer son portefeuille à celui d'autres projets internationaux, utilisés comme contrôles. Le volume, la qualité (c.-à-d. l'impact des citations) et l'économie d'un partenaire (p. ex. émergente ou développée) ont été pris en compte lors de l'évaluation de la recherche. Les mesures de la collaboration comprenaient la durabilité et la formation des partenariats ainsi que l'effet du programme sur la culture générale de coopération (Rosemberg et Brown, 2021).

Plusieurs conclusions ressortent de ces trois exemples : l'importance des données de partenariats internes, des résultats de recherche et des outils (y compris la bibliométrie); l'utilisation de ces outils pour analyser les données; et la nécessité de programmes de comparaison et d'étalonnage (Rosemberg et Brown, 2021). Parmi les autres conclusions importantes, citons le fait que les évaluations offrent de précieuses possibilités d'apprentissage — en particulier pour les programmes complexes et nouveaux — et que les évaluations rigoureuses utilisent une variété d'approches, associant souvent des données bibliométriques à des mesures d'incidence plus approfondies.

Dans son examen, le FIC énumère les programmes et présente leur association avec un pays prioritaire, la classification des projets (p. ex. R-D, formation ou installations), la proportion de projets et la valeur des subventions et la dotation en personnel des projets (Rosemberg et Brown, 2021). Pour mesurer la collaboration, il a utilisé les mentions d'autres pays dans les plans d'exécution des conseils de recherche. À ces renseignements s'ajoutent le dénombrement des protocoles d'entente avec d'autres pays, le classement des pays en fonction du nombre d'organismes participants et la collaboration en matière de subventions. Le type de partenaire (p. ex. université, organisme privé, organisme public ou hôpital) est également pris en considération. Même aux premiers stades, les programmes ont commencé à exploiter le financement pour attirer d'autres investissements — la valeur et la source des nouveaux investissements ont été notées. Les données sur la propriété intellectuelle, les outils, les méthodes, les logiciels et les produits techniques ont tous été mesurés en tant que résultats importants du programme de partenariat, tandis que les indicateurs économiques

tels que les bénéfiques, la main-d'œuvre et les contrats d'investissement ont été mesurés pour les entreprises. Ces indicateurs ont été synthétisés dans un cadre d'évaluation de l'impact qui précise où se trouvent les données, ce qu'elles mesurent, si elles s'appliquent aux établissements d'enseignement ou aux entreprises, et s'il existe une analyse contrefactuelle interne ou une référence gouvernementale à laquelle les comparer (Rosemberg et Brown, 2021).

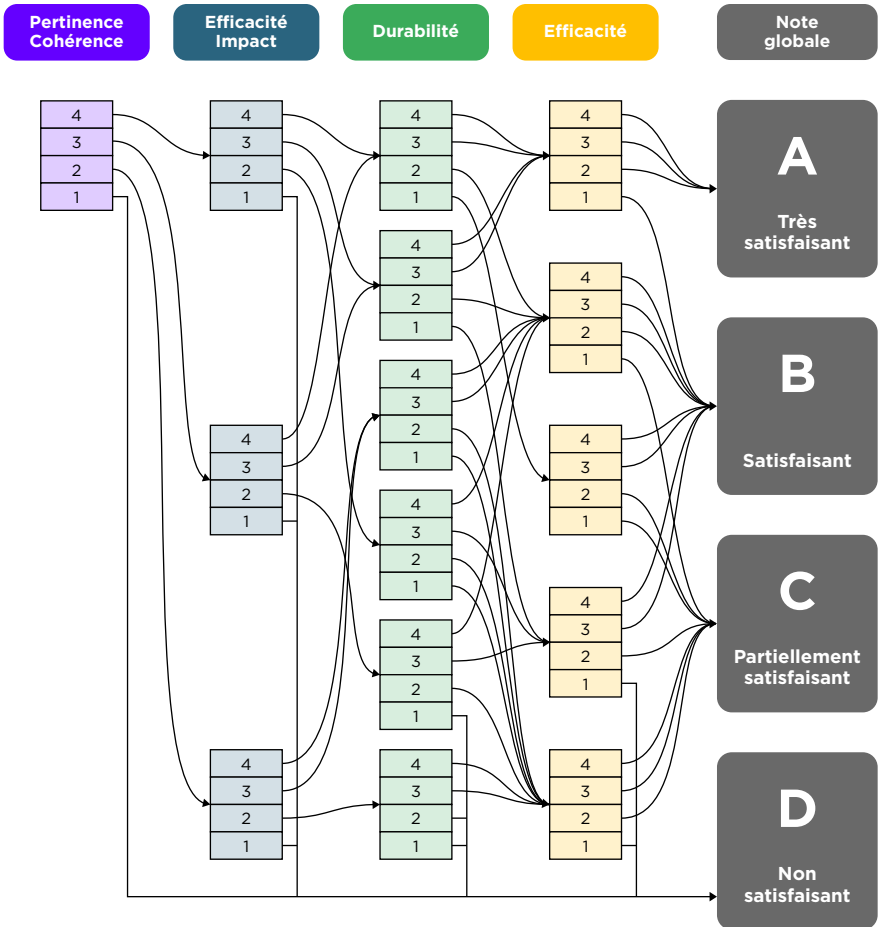
L'évaluation des partenariats se fait souvent au niveau du programme, d'autant plus que de nombreux partenariats internationaux se focalisent sur un secteur. L'évaluation économique du Programme de partenariat international de l'Agence spatiale britannique (UK Space Agency, UKSA) en est un exemple; elle utilise des indicateurs, des enquêtes, des analyses contrefactuelles et des analyses comparatives pour mesurer les avantages économiques secondaires du programme (Sadlier *et al.*, 2019). Ce programme a été évalué en fonction de ses avantages pour le Royaume-Uni — et ses effets industriels (p. ex. revenus des contrats ou valeur ajoutée brute et emploi), ses avantages pour les bénéficiaires (p. ex. effets d'entraînement) et ses effets plus larges (p. ex. effet de débordement, effets stratégiques ou conséquences environnementales) — et de ses avantages pour le monde (p. ex. réalisation des ODD de l'ONU) (Sadlier *et al.*, 2019). Ce rapport s'inscrit dans le cadre d'évaluations plus larges, notamment une analyse coût-efficacité provenant d'autres projets de l'UKSA (Sadlier *et al.*, 2019). Le Royaume-Uni possède également un organisme public indépendant, l'Independent Commission for Aid Impact, qui évalue les programmes d'aide internationale, comme le Newton Fund, qui soutient les partenariats de recherche et d'innovation (ICAI, s.d.a, s.d.b). Ces évaluations permettent de déterminer si un programme atteint ses objectifs, s'il a été adéquatement conçu à cette fin et s'il respecte les valeurs sociales du Royaume-Uni, telles que l'égalité entre les sexes (ICAI, 2019).

Les évaluations effectuées au Japon sont des outils précieux pour la réalisation des objectifs politiques et diplomatiques

L'Institut national de politique scientifique et technologique du Japon (NISTEP) est un institut de recherche gouvernemental relevant du ministère de l'Éducation, de la Culture, des Sports, des Sciences et de la Technologie (NISTEP, s.d.b). L'une de ses responsabilités est de produire les données nécessaires à l'élaboration de politiques fondées sur les données probantes au moyen d'une méthodologie d'évaluation et d'indicateurs quantitatifs facilitant la mise en œuvre de nouvelles politiques (Ueyama, 2021; Oyama, 2023). Pour ce faire, il peut devoir mener des recherches et mettre sur pied une infrastructure de données (NISTEP, s.d.b). Le Japon considère les partenariats scientifiques et technologiques comme des outils importants pour ses relations extérieures (NISTEP, s.d.a). Par exemple, l'Agence japonaise de coopération internationale (JICA) a recours aux évaluations *ex ante*

pour définir les objectifs et les indicateurs d'un projet; pour cela, elle cerne les facteurs à prendre en considération pour ledit projet, examine les projets précédents, choisit les résultats à atteindre et produit un plan d'évaluation (JICA, 2021). Une fois le projet achevé, des évaluations *ex post* permettent de déterminer sa réussite (JICA, 2021). Les critères de cette évaluation — pertinence et cohérence, efficacité et impact, durabilité et efficacité — sont mesurés successivement sur une échelle de 1 à 4 et les mesures sont cumulées pour obtenir une note globale (figure 3.3).

En 2019, le programme japonais de partenariat de recherche scientifique et technologique pour le développement durable (SATREPS) a été évalué au moyen des lignes directrices de l'aide publique au développement du Japon (Sato, 2020). Cette méthode d'évaluation s'appuie sur les catégories de critères du Comité d'aide au développement de l'OCDE, tels que la *pertinence des politiques*, l'*efficacité des résultats* et l'*adéquation des processus* dans un cadre sur mesure (Sato, 2020; JICA, 2021). Ce processus fait appel à des évaluations d'experts, à des enquêtes, à des entretiens et à des indicateurs pour mesurer les progrès pour chaque catégorie de critère (Sato, 2020). En ce qui concerne la catégorie *pertinence des politiques*, l'évaluation a mesuré la manière dont le programme reflète les politiques du Japon, du pays partenaire et d'autres pays ou entités partenaires dans les mêmes domaines avec le pays partenaire (p. ex. le Royaume-Uni ou l'Union européenne), ainsi que le lien du programme avec les priorités internationales (p. ex. les ODD de l'ONU). La deuxième catégorie, l'*efficacité des résultats*, tenait compte de la formation et des déplacements des chercheurs, de l'accès à l'équipement et de la fourniture d'équipement, des brevets et des publications, entre autres. Cette catégorie met également l'accent sur les avantages pratiques et l'utilisation des résultats de la recherche en tant que produits importants. Les évaluations de cette catégorie reposaient en partie sur les évaluations de chaque projet de recherche au sein du programme. La troisième catégorie, l'*adéquation des processus*, comprenait un examen du programme proprement dit, y compris de son administration et de sa gouvernance par les deux partenaires. Une quatrième catégorie a été ajoutée à l'évaluation de 2019, les *points de vue diplomatiques*, qui reconnaît explicitement le rôle de la science dans l'établissement de relations diplomatiques. Cette évaluation a utilisé des mesures d'interconnexion de la recherche pour déterminer si le programme répondait à des objectifs généraux, tels que la résolution de problèmes mondiaux (p. ex. la durabilité), le développement socioéconomique et les besoins en matière de sécurité nationale (Sato, 2020).



Adapté avec l'autorisation de JICA (2021)

Figure 3.3 Structure de l'évaluation par la JICA de la collaboration internationale

L'Agence japonaise de coopération internationale (JICA) intègre les critères du Comité d'aide au développement de l'OCDE dans son propre cadre d'évaluation. Dans ce cadre, les programmes se déplacent de la gauche vers la droite et se voient attribuer une note pour chaque critère, laquelle permet d'obtenir une note globale. Cette évaluation ne cherche pas à être exhaustive, mais à fournir une mesure utile de l'efficacité du programme.

4

Avantages pour le Canada : indicateurs d'innovation

- 4.1 Collaboration et commercialisation
- 4.2 Commerce
- 4.3 Facteurs relatifs à la mise en œuvre

La science, la technologie, l'innovation et la production de connaissances (STIC) sont des moteurs essentiels du développement économique (UNESCO, 2021c), et les partenariats internationaux dans ce domaine, en particulier, sont de plus en plus considérés comme une source d'avantages pour le Canada. Ces partenariats appuient le programme économique du Canada en renforçant les capacités nationales, en établissant une réputation internationale, en commercialisant les résultats de la recherche, en renforçant la compétitivité économique et en favorisant la formation de talents (Pfothenauer *et al.*, 2016; UNESCO, 2021c). Le gouvernement du Canada considère que la formation de talents et l'accélération de la commercialisation des technologies pour obtenir des avantages économiques et sociaux sont des éléments essentiels des partenariats internationaux en STIC (voir ECCC, 2022). Ces partenariats donnent également accès à de nouveaux marchés et réduisent les risques associés à leur pénétration, et guident ainsi le développement et la validation de produits (SDC, 2022a).

La collecte et l'utilisation de données de qualité dans un cadre décisionnel peuvent améliorer les partenariats en STIC tactiques (c.-à-d. à court terme) et stratégiques (c.-à-d. à long terme). On utilise de plus en plus une grande quantité des données accessibles pour améliorer la prise de décision stratégique en matière de STIC, notamment à propos des partenaires (Geum *et al.*, 2013; Radziszewski, 2020). De précieux renseignements se trouvent déjà dans les bases de données et les indices des organismes gouvernementaux, des organisations et des entreprises, et jouent un rôle dans la prise de décision concernant la STIC fondée sur les données. Toutefois, le partage coordonné des renseignements est limité, ce qui, selon les organisations interrogées dans le cadre de ce rapport, restreint la valeur des données. Les indices et les cadres internationaux comprennent une série de stratégies d'utilisation des indicateurs dans la mesure des impacts. Par exemple, les indices de qualité de vie peuvent provenir d'un ensemble composite de 10 à 130 indicateurs (FIN, 2021).

Bien qu'on dispose de nombreuses données, elles ne représentent qu'une infirme partie des renseignements utilisés pour la prise de décision dans un domaine donné ou en lien avec un objectif particulier. Du point de vue de l'innovation, les indicateurs les plus utiles mesurent la capacité d'un partenaire à renforcer la capacité d'innovation, à améliorer ou à créer des débouchés commerciaux et à promouvoir les intérêts économiques du Canada en fonction des *Priorités nationales* et de l'*Exploitation de la valeur* (figure 4.1). Toutefois, d'autres facteurs entrent en ligne de compte dans le choix des indicateurs, certains étant plus pertinents, comparables ou attribuables aux résultats que d'autres. Les indicateurs diffèrent également sur le plan de l'exhaustivité, de la précision, de la cohérence, de la granularité ou de la comparabilité (c.-à-d. entre les pays ou dans le temps). La collecte de données sur ces indicateurs tout au long d'un partenariat peut être fondamentale pour la responsabilisation, en ce sens qu'elle fournit une base pour l'évaluation continue du partenariat.



Ce que nous avons entendu

Les membres des organisations de STIC interrogés ont régulièrement mentionné la nécessité de disposer de données plus accessibles et de meilleure qualité. Les mécanismes couramment cités par les organismes gouvernementaux pour y parvenir sont un meilleur accès aux données internes et externes — notamment par le partage entre ministères — et une collecte accrue de données pour permettre l'analyse et la comparaison des partenariats et des programmes internationaux. Des données précieuses ont d'ailleurs été recueillies dans le cadre des évaluations internes des programmes. Il existe également des évaluations des risques et des cadres de programmes, mais ils sont sous-utilisés faute de coordination active et de partage des renseignements.

Les indicateurs utilisés dans un cadre décisionnel plus large peuvent aider les acteurs à s'y retrouver dans la complexité des partenariats internationaux en STIC en les aidant à cerner les partenaires et à mesurer leurs succès (Wu *et al.*, 2009; Geum *et al.*, 2013; Qi *et al.*, 2022). Les indicateurs de collaboration, de commercialisation et de commerce peuvent fournir des indications précieuses sur la compatibilité du partenaire potentiel, sur sa capacité d'innovation, sur ses compétences et ses connaissances en matière de marché et de réseau, ainsi que sur ses ressources et ses atouts (tableau 4.1). Les partenariats choisis pour passer de l'innovation à la commercialisation doivent définir des indicateurs de réussite intermédiaires qui soutiennent les objectifs finaux afin de garantir une productivité et un engagement continus. En fin de compte, ce type d'évaluation pourrait permettre de cerner les partenariats qui donnent accès aux ressources nécessaires à la R-D, à la croissance et à la commercialisation, de sorte que le partenariat élimine les risques du projet.

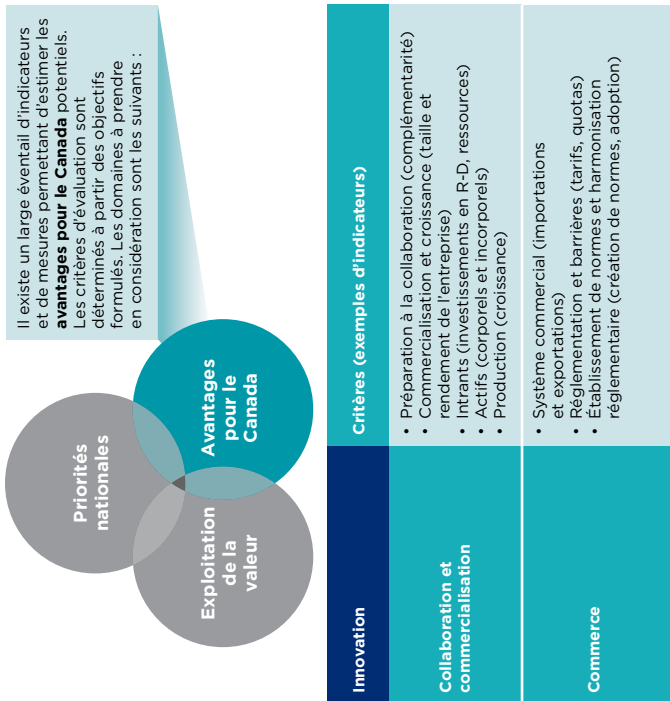


Figure 4.1 Avantages pour le Canada — innovation

Pour renforcer la capacité d'innovation, il faut que les partenaires soient prêts à collaborer et aient la capacité de commercialiser et de développer leurs activités. Pour qu'un partenariat soit couronné de succès, il doit disposer des ressources adéquates (c.-à-d. d'intrants et d'actifs), tandis que les résultats obtenus par le passé peuvent être le signe de processus fiables et d'une capacité globale. Le commerce est essentiel pour accéder aux matériaux et aux marchés nécessaires pour générer des bénéfices à partir des activités d'innovation.

Tableau 4.1 Critères, indicateurs et exemples de mesures de l'innovation

Innovation	Critères	Indicateurs	Exemples de mesures
Collaboration et commercialisation (section 4.1)	Préparation à la collaboration	Pratiques de collaboration antérieures, orientation commune, complémentarité	<ul style="list-style-type: none"> • Volonté de partager ses actifs et non d'user de pratiques abusives dans les négociations • Indices de confiance et de transparence
	Capacité de commercialisation et de croissance	Taille de l'entreprise, rendement, stratégie d'innovation, stade de développement	<ul style="list-style-type: none"> • Complémentarité des capacités technologiques • Rendement des investissements dans l'innovation
	Intrants	Investissements en R-D, ressources engagées	<ul style="list-style-type: none"> • Capacités adaptées au stade de développement • Efficacité de la fabrication et délais d'exécution
	Actifs	Actifs corporels et incorporels	<ul style="list-style-type: none"> • Dépenses/intensité de R-D (p. ex. DIRD, DIRDE et en % du PIB)
	Résultats	Croissance financière, de l'industrie et du marché, facteurs favorables, réalités du marché	<ul style="list-style-type: none"> • Ratio de personnel de R-D • Actifs utiles à l'innovation • Niveau de formation et d'études • Production de prototypes • Nouveaux produits innovants
Commerce (section 4.2)	Système commercial	Importations/exportations, accords commerciaux	<ul style="list-style-type: none"> • Importations/exportations en % du PIB • Commerce des services mesuré en termes de mobilité de la main-d'œuvre
	Réglementation et barrières	Tarifs, quotas et permis	<ul style="list-style-type: none"> • Délai d'importation des marchandises
	Établissement de normes et harmonisation réglementaire	Création et adoption de normes	<ul style="list-style-type: none"> • Rendement en matière de facilitation des échanges • Listes de contrôle des importations/exportations • Adhésion à des organismes de réglementation • Accords et règlements plus favorables

4.1 Collaboration et commercialisation

Les écosystèmes d'innovation sont des réseaux de partenariat complexes, qui ne se limitent pas aux frontières internationales et qui ne sont pas non plus composés exclusivement d'acteurs gouvernementaux. Les organisations (publiques et privées) créent des partenariats dans l'ensemble de l'écosystème de l'innovation afin d'accroître leur réussite commerciale; il est donc nécessaire d'avoir une connaissance stratégique des partenariats internationaux pour stimuler la croissance économique. Les grappes d'innovation visent à faciliter ce type de coopération et en tirer profit (CIC, 2018; ISDE, 2021a). Les entreprises privées à la recherche de collaborations constructives et les organismes gouvernementaux en quête de partenaires industriels peuvent utiliser les indicateurs de commercialisation pour faciliter leur prise de décision. Les acteurs économiques tels que les pays et les entreprises ont besoin d'indicateurs qui saisissent la complexité des écosystèmes d'innovation afin que les décisions politiques en matière de STIC, y compris au sujet des partenariats, produisent des résultats effectifs — par exemple, une commercialisation réussie (Carayannis *et al.*, 2018).

Il existe de nombreux indicateurs concernant l'économie des partenariats en STIC (Hall et Jaffe, 2018; CNUCED, 2020; OCDE, 2021a); ceux qui mesurent l'état de préparation à la collaboration, la capacité, les intrants financiers, les actifs, les résultats et le rendement peuvent servir à guider la prise de décision en matière de partenariat international. Ces mesures peuvent éclairer les décisions d'investissement et de politique d'acteurs et de programmes de tailles variées; toutefois, le choix de la mesure varie en portée et en granularité pour tenir compte des différences de taille entre les organisations concernées. Les indicateurs peuvent être utilisés de manière plus efficace lorsque leur interprétation tient explicitement compte de l'échelle. Les mesures économiques et d'investissement à l'échelon national sont importantes pour la réussite des entreprises d'innovation. Toutefois, le choix des entreprises à inclure dans l'analyse à ce niveau peut influencer la mesure, car il peut y avoir une grande hétérogénéité entre les entreprises au sein d'un même pays, les entreprises étant également soumises à des tendances sectorielles et à de nombreux facteurs qui interviennent à leur niveau (Janz *et al.*, 2004; DIISR, 2009). Par exemple, le PIB et les dépenses intérieures brutes de recherche et développement (DIRD) peuvent être de précieux indicateurs de la situation et des tendances économiques nationales, tandis que les investissements en R-D et les innovations en matière de produits et de processus au niveau de l'entreprise peuvent être de meilleurs indicateurs pour les petites entreprises (DIISR, 2009; Kijkasiwat et Phuensane, 2020). Il est parfois plus difficile d'accéder aux renseignements relatifs à des organisations privées et les effets au niveau national d'un partenariat donné peuvent être difficiles à évaluer; cependant, il existe de nombreux indicateurs infranationaux pour aider à la prise de décision et à l'évaluation du succès.

4.1.1 Préparation à la collaboration et compatibilité

Un cadre décisionnel peut aider les acteurs à déterminer dans quelle mesure un partenaire potentiel est souhaitable, selon son degré de préparation à la collaboration. La préparation à la collaboration est une combinaison de facteurs sociaux humains (p. ex. la confiance, l'harmonisation des normes, les valeurs et les objectifs) et de facteurs techniques matériels (p. ex. les compétences complémentaires et l'adéquation technologique) (Rosas et Camarinha-Matos, 2009; Schellekens, 2021). Mesurer l'état de préparation à la collaboration aide à anticiper la force de la contribution à l'innovation d'un partenaire éventuel et sa capacité à agir pour atteindre un objectif commun (Noseleit et de Faria, 2013). La détermination de la compatibilité culturelle entre les partenaires — afin qu'il y ait une confiance, une fiabilité et une capacité d'innovation partagées — peut contribuer à minimiser les frictions entre les partenaires et à accroître les avantages (Clampit *et al.*, 2015). Dans la mesure du possible, l'observation des comportements internes d'une organisation candidate, et de ses comportements dans le cadre de partenariats antérieurs, peut fournir des indications sur son comportement probable dans le cadre d'un futur partenariat (Romero *et al.*, 2009; Rosas et Camarinha-Matos, 2009). L'évaluation du rendement passé peut également aider à déterminer la réussite qu'une organisation a atteinte dans ses collaborations antérieures (Romero *et al.*, 2009). Une orientation commune ayant la forme d'un engagement à l'égard de la gouvernance, de l'harmonisation des stratégies et de la volonté de partager ses actifs et ses connaissances peut signaler un état de préparation plus avancé. L'apport de ressources, de capacités et de complémentarité culturelle peut renforcer la réciprocité et la confiance dans les relations, ce qui favorise un meilleur rendement (Sarkar *et al.*, 2001).

Certains indicateurs permettent de mesurer les caractéristiques qui peuvent profiter à un partenariat, comme l'agilité, l'intégrité, l'ouverture, la créativité, la fiabilité et l'honnêteté d'une organisation (Rosas et Camarinha-Matos, 2009). Dans certains cas, il existe des données permettant d'aider les évaluateurs à quantifier ces caractéristiques (p. ex. OCDE, 2011; Brodherson *et al.*, 2017; Transparency Global, 2022). Par exemple, l'indice d'agilité concurrentielle d'Accenture Strategy évalue la compétitivité des entreprises d'après leur croissance, leur rentabilité, leur durabilité et la confiance qu'elles inspirent (Roark, 2018). Un indice de Transparency Global (2022) utilise six indicateurs clés pour déterminer un score de transparence : le dépassement des exigences de transparence, la clarté et la simplicité des conditions de service, la responsabilisation, y compris une gouvernance de grande qualité, la transparence des coûts, l'ouverture et la précision des communications et la confiance des employés et des clients.

Les comportements négatifs des partenaires potentiels peuvent également aider à définir leur efficacité future, notamment les pratiques observées pendant les négociations (Rosas et Camarinha-Matos, 2009). Il peut s'agir de pratiques introduisant des conflits d'intérêts ou d'affiliations problématiques. Ou encore de partenariats passés ou actuels fondés sur des relations non commerciales au détriment d'autres organisations plus méritantes, du non-respect des engagements, d'attentes irréalistes et d'exploitation du pouvoir dans les négociations (Rosas et Camarinha-Matos, 2009). Ces éléments de partenariat non bénéfiques peuvent être décelés à l'aide d'outils tels que des évaluations de la collaboration passée ou de la modélisation des comportements pertinents (p. ex. la confiance) afin de cerner les partenaires peu performants; cela peut donner un indice des forces et des faiblesses des futurs partenaires et de leur état de préparation à la collaboration (Mun *et al.*, 2009; Romero *et al.*, 2009).

L'état de préparation à la collaboration aide les acteurs à déterminer la compatibilité du partenariat

Les partenaires doivent se compléter efficacement sur le plan des compétences en élargissant leurs aptitudes, leur expertise et leurs ressources techniques et financières respectives utilisables pour le projet. À un niveau fondamental, l'état de préparation à la collaboration peut être une indication du budget, du personnel, de la formation, des renseignements et de la technologie que l'on peut attendre du partenariat d'après les collaborations passées (Romero *et al.*, 2009). Des méthodes ont été élaborées pour déterminer si les partenaires possèdent la capacité technologique de se compléter. Par exemple, l'analyse des citations de brevets permet de déceler les chevauchements technologiques dans les capacités ou les forces complémentaires de chaque partenaire (Mowery *et al.*, 1998; Noseleit et de Faria, 2013). Selon les données, les partenariats fonctionnent mieux lorsque les acteurs ne sont ni trop semblables ni trop différents (Noseleit et de Faria, 2013). La qualité de l'équilibre entre les partenaires — c'est-à-dire des partenaires qui possèdent des capacités qui se chevauchent et se complètent, mais offrent suffisamment de compétences uniques pour la diversification de leurs portefeuilles respectifs — peut aider à prédire la productivité (Mowery *et al.*, 1998; Noseleit et de Faria, 2013). Divers indicateurs bibliométriques peuvent aider à mesurer l'étendue des connaissances qu'un partenaire apporte à l'autre; dans certains cas, la diversification des connaissances améliore les résultats (Mindruta, 2013).

L'échange de connaissances est façonné par la culture et les stratégies nationales du partenaire potentiel

L'écosystème national d'un partenaire fournit des indications supplémentaires sur la collaboration, qui peuvent alors renseigner sur la probabilité de réussite du partenariat et de l'échange de connaissances (Vasudeva *et al.*, 2013). L'étendue du réseau du partenaire, qui peut inclure d'autres établissements, entreprises et fournisseurs, peut être un indicateur de sa capacité et donc de son attractivité (Pervan *et al.*, 2015). Un réseau local de PME développé et interconnecté, soutenu par des programmes gouvernementaux, peut encourager l'innovation sur les marchés en développement (Pervan *et al.*, 2015).



Ce que nous avons entendu

L'exploitation du réseau d'un partenaire peut présenter certains avantages, mais aussi poser des risques. Les organismes interrogés ont cité les associés tiers des partenaires de STIC comme un danger lorsqu'il n'y a pas suffisamment de transparence à leur sujet et au sujet de leurs activités.

L'une des principales raisons d'évaluer l'aptitude à la collaboration d'un partenaire potentiel — que ce soit d'après ses valeurs, son rendement antérieur, son stade de développement ou sa complémentarité technique — est de minimiser le risque de dissolution du partenariat et d'échec du projet et de maximiser le rendement de l'investissement (Rosas et Camarinha-Matos, 2009; Lafrance, 2013). Les risques sont une composante essentielle de l'innovation pour toutes les organisations, mais ils frappent particulièrement les PME lorsqu'ils nuisent aux résultats escomptés (Brown et Wynn, 1997; HBR, 2013). Le choix de bons partenaires est un moyen de réduire stratégiquement les risques et d'améliorer le rendement (Wang *et al.*, 2010). La prise de risque est toutefois une caractéristique précieuse des organisations de STIC, car elle est corrélée avec une innovation accrue, tandis que l'aversion au risque peut révéler d'autres incompatibilités (p. ex. limiter l'adoption de l'innovation ouverte) (Wan *et al.*, 2005).

L'évaluation et la gestion des risques sont complexes, mais il existe de nombreux cadres pour améliorer leurs résultats (Vanderbyl et Kobelak, 2008; Wang *et al.*, 2010; Tarasova *et al.*, 2017). Le partage des risques est un aspect important de la compatibilité entre les partenaires — il permet de garantir une répartition équitable des risques et des bénéfices (Tallaki et Bracci, 2021). Lorsque le partage est efficace, les partenaires assument les risques qu'ils sont le plus à même de

gérer (Bovis, 2012). L'acceptation des risques dépend de la taille, de la stabilité financière et de la culture d'entreprise de l'organisation. Par exemple, une entreprise financièrement fragile peut être disposée à prendre beaucoup de risques, tandis qu'une entreprise stable peut être plus fiable, mais plus réfractaire aux risques (Rosas et Camarinha-Matos, 2009). Quand les deux partenaires fournissent des données pour évaluer les risques, il peut s'ensuivre une amélioration des résultats et une répartition équitable des risques entre eux (p. ex. Li *et al.*, 2015). Les organisations de STIC interrogées dans le cadre de ce rapport ont régulièrement recours à des évaluations des risques. D'un point de vue conceptuel, la préparation à la collaboration peut aider les acteurs à choisir des partenaires permettant d'atténuer et de partager les risques financiers et les risques de retard des projets.

4.1.2 Capacité de commercialisation et de croissance

Pour les partenariats avec ou entre des organisations scientifiques et technologiques privées, la mesure de la commercialisation et de la croissance nécessite des indicateurs qui traduisent la réalité de l'innovation dans un secteur donné pour une entreprise donnée; ce sont ces indicateurs qui fourniront les renseignements les plus solides et les plus précieux sur le partenariat (DIISR, 2009). La taille de l'entreprise est un indicateur simple de la capacité d'innovation. La concordance des besoins et des forces d'entreprises de taille différente peut créer des partenariats plus harmonieux (Rosas et Camarinha-Matos, 2009). Si les petites entreprises semblent avoir l'avantage de l'efficacité managériale dans leurs programmes d'innovation, les grandes entreprises ont accès à des ressources plus importantes (Bughin et Jacques, 1994; Becheikh *et al.*, 2006), ce qui, entre autres, permet de mieux s'y retrouver dans les programmes gouvernementaux. De plus, les petites entreprises peuvent être moins capables que les grandes de commercialiser leurs innovations (González-Benito *et al.*, 2015). Les petites entreprises agiles peuvent être préférables pour le développement à un stade précoce, tandis que les grandes entreprises peuvent avoir accès à davantage de ressources de commercialisation (González-Benito *et al.*, 2015). La taille de l'entreprise permet également de comparer les activités d'innovation pondérées par le nombre d'employés, ce qui peut fournir une mesure plus précise de l'engagement dans l'innovation et une idée plus granulaire de la capacité de commercialisation (DIISR, 2009).

La taille de l'entreprise est un facteur essentiel à la croissance des innovations (Spithoven *et al.*, 2013; Radziwon et Bogers, 2019). De même, le réseau d'une entreprise accroît sa capacité de commercialisation et de croissance. Les interactions avec d'autres entreprises, l'accès aux biens publics (p. ex. l'infrastructure de transport ou les universités), la disponibilité de l'expertise en matière de croissance et l'écosystème d'entrepreneuriat ont tous une incidence sur la croissance par le biais

du réseau de l'entreprise (OCDE, 2021c). Ce réseau et l'emplacement de l'entreprise peuvent être révélateurs de l'accès à la main-d'œuvre, de la facilité à faire des affaires et de l'accès aux intrants cruciaux (OCDE, 2021c). Les nouvelles entreprises dépendent souvent d'entreprises plus établies pour croître; par conséquent, l'âge d'une entreprise peut indiquer le genre de rôle qui lui convient le mieux. L'innovation ouverte, qui permet aux organisations de gérer les flux de connaissances au-delà des limites organisationnelles pour accélérer l'innovation, est un élément intrinsèque de la croissance et de l'expansion de l'innovation, en particulier dans les PME. Pour connaître la valeur du réseau d'innovation, il est important d'harmoniser les objectifs de l'organisation avec ceux de l'écosystème d'innovation et avec les stratégies économiques régionales et nationales (Radziwon et Bogers, 2019; OCDE, 2021c). Le décalage entre les objectifs et les approches des différents types de partenaires et de parties prenantes (p. ex. universitaires, PDG et décideurs politiques) peut entraîner des conflits; par exemple, les partenaires universitaires et industriels peuvent avoir des seuils différents en ce qui concerne la nécessité de générer des profits (Radziwon et Bogers, 2019). Toutefois, ces conflits sont plus souvent le signal qu'un partenaire n'exerce pas le rôle qui lui convient dans un réseau plutôt qu'un indicateur de son inefficacité.

Déterminer la complémentarité de la capacité d'innovation (p. ex. l'adoption d'une technologie, les modifications progressives à une technologie existante ou la R-D interne) peut également faciliter l'harmonisation de l'innovation et de la commercialisation pour favoriser le succès des partenariats (Arundel et Hollanders, 2005; DIISR, 2009). En fonction de la capacité de chaque partenaire et de la stratégie de commercialisation choisie, l'évaluation des résultats du partenaire de commercialisation — tels que de nouveaux produits destinés aux marchés internationaux et nationaux ou l'adoption d'innovations internationales — permettrait d'harmoniser les stratégies d'innovation et les besoins de commercialisation (DIISR, 2009). Il est donc essentiel de choisir des partenaires dont les stratégies d'innovation et de commercialisation sont compatibles.

Le rendement financier est un indicateur de commercialisation utile

Les indicateurs de R-D et financiers sont souvent facilement accessibles (Dziallas et Blind, 2019) et peuvent aider à évaluer la probabilité de succès commercial d'un partenariat en STIC. Des indicateurs tels que le rendement du capital investi des innovations, les ventes de produits nouvellement sur le marché ou nouveaux pour l'entreprise et le pourcentage d'innovations qui atteignent leurs objectifs financiers peuvent mesurer le potentiel de réussite commerciale des innovations (examiné dans Dziallas et Blind, 2019). Le rendement des nouveaux produits peut être mesuré en évaluant le temps moyen nécessaire pour que le produit atteigne la rentabilité ou le nombre de produits rentables qu'une entreprise a produits dans

une période donnée (Hittmar *et al.*, 2015; Dziallas et Blind, 2019). Le portefeuille d'innovations d'un collaborateur potentiel peut servir d'indicateur prospectif et continu de réussite pour mesurer la valeur du partenariat (Kim, 2014). Bien que les brevets et autres droits de propriété intellectuelle puissent servir d'indicateurs des progrès de la commercialisation, les considérer comme des actifs financiers compte tenu de leur valeur économique (et de la manière dont les brevets ou la propriété intellectuelle positionnent une entreprise par rapport à ses concurrents) peut s'avérer plus instructif (Pakes et Griliches, 1980; Blind *et al.*, 2006; Kim, 2014; Dziallas et Blind, 2019).

La maturité et le stade du projet guident le choix du partenaire et des indicateurs à employer

À mesure qu'un produit mûrit et que son niveau de maturité technologique (*Technology Readiness Level (TRL)*)⁷ augmente, les connaissances et les ressources nécessaires pour poursuivre son développement changent (Rybicka *et al.*, 2016; Schellekens, 2021). Un chercheur universitaire peut être un collaborateur précieux pour la création de connaissances et le dépôt de brevets au début du développement, mais ne pas être le partenaire le plus approprié pour la commercialisation (Rosas et Camarinha-Matos, 2009). À ce stade, des indicateurs tels que les brevets, les marques et les innovations en matière de design peuvent souligner les progrès intermédiaires. Tout au long du développement, le besoin de nouvelles connaissances se fera sentir, et la capacité à trouver des partenaires (et à appliquer leurs connaissances) contribuera aux capacités technologiques et organisationnelles de l'entreprise. Lors du choix d'un partenaire pour la fabrication et la croissance, divers paramètres de production, de stabilité et d'exécution peuvent aider à évaluer l'adéquation (p. ex. Chu *et al.*, 2000). Il peut s'agir des coûts de fabrication et de transport, du délai de livraison (c.-à-d. le temps qui s'écoule entre le moment où une commande est passée et celui où elle est livrée), des performances antérieures en matière de qualité, de diverses mesures du rendement des clients et de la stabilité financière (Chu *et al.*, 2000).

Dziallas et Blind (2019) ont classé et examiné les indicateurs en fonction de leur pertinence pour les différentes phases de l'innovation, y compris les étapes de commercialisation. Chaque phase est assortie d'une série d'indicateurs. Les indicateurs des phases de stratégie, de définition du produit, de concept du produit et de validation se concentrent sur le financement et sur la planification des activités de croissance et de commercialisation. Pendant la phase de production, l'accent est mis sur les premières mesures des résultats et de la productivité. Au

7 « Les niveaux de maturité technologique sont un système de mesure systématique qui permet d'évaluer la maturité d'une technologie et de comparer de manière cohérente la maturité de différents types de technologie » (Mankins, 1995).

cours de cette phase, le coût de production, l'efficacité de la fabrication, les délais d'exécution internes et le temps de traitement permettent de mesurer l'efficacité de la production (Dziallas et Blind, 2019). Un autre groupe d'indicateurs mesure le suivi continu des activités de commercialisation par un partenaire, ils réévaluent par exemple régulièrement les systèmes de fabrication et des processus de production (Lester, 1998; Yang *et al.*, 2015). Une fois que ces étapes sont franchies, qu'un produit est prêt à être commercialisé et que la capacité de production est suffisante, on passe à des indicateurs finaux, axés sur le marché, tels que le délai d'exécution, la productivité de la main-d'œuvre, les économies de coûts, l'ampleur de l'adoption et l'atteinte globale des jalons du projet (Dziallas et Blind, 2019).

Mesurer la valeur ajoutée par chaque phase d'innovation et de commercialisation permet aux acteurs de mieux comprendre où se situent les principales contributions. Ce concept est connu sous le nom de *courbe du sourire*. D'après ce concept, la plus grande partie de la valeur ajoutée se situe au début du processus (par la R-D) et à la fin (par la vente et le service après-vente). La conception, la fabrication et la distribution, qui constituent le centre de la courbe, apportent relativement moins de valeur (Dedrick *et al.*, 1999; Mudambi, 2008). L'analyse des industries d'un pays peut aider à déterminer le stade auquel un autre pays peut le plus contribuer, selon sa capacité à ajouter de la valeur (Aggarwal, 2017). Elle peut aussi aider à répartir les tâches entre les organisations et à cerner les endroits qui maximisent les avantages d'un partenariat (Mudambi, 2008). L'utilisation d'indicateurs propres au stade de la commercialisation, combinée à la connaissance de la valeur ajoutée par ce stade, peut faciliter la sélection de partenaires disposant de la capacité nécessaire dans un endroit donné afin de maximiser la valeur de ce partenariat. Le Canada n'est toutefois jamais parvenu à créer de la valeur le long de la chaîne de valeur de la courbe du sourire (Ciuriak et Goff, 2021).

4.1.3 Intrants

Les indicateurs qui mesurent les investissements dans un partenariat en STIC et ses premiers progrès peuvent être décrits comme des mesures en amont (Blumenthal *et al.*, 2019). Les mesures en amont, telles que les intrants, les processus et les méthodes de recherche, sont généralement plus faciles à quantifier parce qu'elles sont souvent basées sur des projets, transparentes et faciles à comprendre (comme le financement ou les publications). En outre, l'attribution est relativement simple pour ces mesures. Les intrants sont les ressources humaines, matérielles, informationnelles et financières investies (Blumenthal *et al.*, 2019). Cependant, tous les investissements en amont ne sont pas aussi fructueux; par conséquent, ces mesures doivent peut-être être suivies de mesures de résultats plus tangibles tout au long de l'élaboration du projet. Le choix de mesures le long de la chaîne d'innovation pour compléter les intrants

peut apporter des données précieuses pour le choix des partenaires, mesurer les succès et les échecs en cours et informer la planification, ce qui permettra de produire des résultats plus intéressants (CNUCED, 2020).

Les intrants financiers sous forme de dépenses et d'investissements en R-D contribuent à la création de produits et à la hausse de la productivité et de la rentabilité (Jefferson *et al.*, 2006). Dans certains cas, les ressources totales d'un partenaire (p. ex. son personnel ou son budget de R-D) peuvent éclairer les décisions de partenariat; dans la plupart des scénarios, il est plus instructif de déterminer quels actifs seront alloués aux projets du partenariat (Romero *et al.*, 2009; Schellekens, 2021). L'ampleur de l'activité d'innovation et l'accès accru aux capitaux pour la soutenir sont corrélés avec la réussite des PME (Kijkasiwat et Phuensane, 2020). Ce type de dépenses et d'investissements peut être quantifié de plusieurs façons : (i) les DIRD sont les dépenses intérieures totales des acteurs de la R-D (OCDE, 2022a), (ii) les dépenses intérieures de R-D de l'État (DIRDET) sont la part des DIRD engagées par le secteur public (OCDE, 2015) et (iii) les dépenses intérieures de R-D des entreprises (DIRDE) peuvent servir à la mesure générale de l'investissement de ces dernières (OCDE, 2015). Les investissements en R-D sont positivement corrélés avec l'augmentation de la productivité (Blanco *et al.*, 2016; Das et Mukherjee, 2020).

L'investissement direct étranger favorise les flux de capitaux, de technologies et d'échanges entre les pays

Les niveaux nationaux de stocks d'investissement direct étranger (IDE) peuvent révéler les pays ou marchés favorables à la recherche de partenariats financiers. Leur flux peut indiquer les investissements en STIC canadiens à l'étranger et les investissements étrangers au pays. L'évaluation de ces données peut s'effectuer entre les pays partenaires ou (lorsqu'une plus grande granularité est nécessaire pour éclairer la prise de décision) entre les industries ou les entreprises. L'IDE au niveau de l'entreprise est positivement associé à la qualité institutionnelle et au rendement en matière d'innovation (Saikia, 2022; Yue, 2022). Cependant, il n'est pas une garantie de succès; d'autres facteurs, tels que la complémentarité et la valeur reconnue d'une entreprise, contribuent à son intérêt (Wang et Wong, 2016). L'IDE n'est pas non plus le seul moteur de l'innovation — le capital humain, les stratégies de R-D et les politiques locales favorables sont également nécessaires (Crescenzi *et al.*, 2022; Guo *et al.*, 2022b). Les indicateurs de qualité de l'IDE mesurent l'effet de l'IDE sur d'autres facteurs économiques et d'innovation, tels que la productivité, les dépenses de R-D, l'adoption technologique et la formation, ainsi que sur des objectifs plus larges comme la sécurité d'emploi, les écarts entre hommes et femmes en matière d'emploi et la durabilité (p. ex. les émissions de CO₂) (OCDE, 2022d).

Il existe d'autres indicateurs permettant de mesurer les intrants à différents stades du processus d'innovation

Les intrants financiers peuvent être mesurés à différents stades, par exemple par les investissements de capital de risque et les dépenses d'innovation des PME (Chen, 2008). Au niveau de l'entreprise, les dépenses de R-D se sont révélées être un comparateur d'innovation plus cohérent que d'autres types de données d'enquête, probablement en raison de la plus grande familiarité des entreprises avec les mesures de R-D qu'avec les mesures d'innovation de produit, de processus, de marketing ou d'organisation (Cirera et Muzi, 2016). La situation financière d'une entreprise (p. ex. le ratio capitaux propres-dette) est positivement associée à ses investissements en R-D (Beneito, 2003). Plus directement, le ratio de personnel de R-D, le transfert de connaissances et de technologie, les ventes de nouveaux produits et le budget de R-D et les investissements des entreprises influent sur l'activité d'innovation et aident à cerner les entreprises innovantes (examiné dans Dziallas et Blind, 2019). De plus, la source de financement de la R-D (interne ou externe) influe sur l'activité de R-D au niveau de l'entreprise, le financement externe imposant des contraintes plus importantes, en particulier pour les petites entreprises (Czarnitzki et Hottenrott, 2011; Elshaarawy et Ezzat, 2023). Ainsi, le montant du financement et son accessibilité sont des éléments pertinents de l'examen des indicateurs d'intrants (Czarnitzki et Hottenrott, 2011). Enfin, bien que ces derniers indicateurs puissent montrer les grandes tendances du financement de la STIC, ils saisissent rarement tous les investissements (Hall et Jaffe, 2018).

4.1.4 Actifs

Les actifs corporels peuvent être utilisés comme indicateurs de l'activité d'innovation, car un niveau élevé est corrélé avec les investissements en R-D et la croissance de l'entreprise (Radhakrishnan *et al.*, 2017). En outre, ils semblent compléter les investissements en R-D en réduisant les risques — les entreprises dont les niveaux d'actifs corporels et d'investissements en R-D sont élevés sont plus susceptibles d'afficher une croissance modérée, tandis que celles dont les investissements en R-D sont élevés tandis que leurs niveaux d'actifs corporels sont faibles sont plus susceptibles de se situer dans le quartile supérieur ou inférieur en ce qui concerne la croissance (Radhakrishnan *et al.*, 2017). Toutefois, pour mieux comprendre l'utilité des actifs à titre d'indicateurs, il faut les considérer par rapport à la stratégie commerciale et au contexte sectoriel; par exemple, les entreprises qui utilisent des modèles à faible intensité d'actifs peuvent être plus performantes dans certains secteurs que dans d'autres (Varadarajan *et al.*, 2021). L'intérêt des actifs sera dicté par les besoins des partenaires et l'infrastructure physique nécessaire pour atteindre l'objectif fixé.

Pris ensemble, les actifs incorporels et les actifs corporels sont essentiels pour entreprendre certaines activités d'innovation; ils peuvent également servir de sûreté pour assurer le financement des activités d'innovation (Czarnitzki et Hottenrott, 2011; OCDE/Eurostat, 2018; Brown *et al.*, 2022).

Les données sont de plus en plus considérées comme des produits et des actifs dans les partenariats en STIC

Le capital intellectuel et d'autres actifs de ce type sont des investissements stratégiques essentiels en ce qui concerne l'innovation, qui peuvent contribuer à la croissance économique à l'échelle de l'entreprise et au sens large (OCDE/Eurostat, 2018). Les données peuvent servir à améliorer l'efficacité et la productivité des entreprises et sont de plus en plus considérées comme des immobilisations précieuses (Ciuriak, 2019; Chen, 2022). Pour les nouvelles technologies, telles que l'intelligence artificielle, la propriété et la curation des bases de données sont des atouts essentiels au niveau international et peuvent servir de critère dans l'évaluation d'un partenaire en STIC potentiel (Ciuriak, 2019).

La main-d'œuvre qualifiée est un atout nécessaire pour transformer les intrants en connaissances et en résultats

L'un des indicateurs de la capacité d'innovation d'une organisation est les connaissances et les compétences de ses employés (OCDE/Eurostat, 2018). À l'échelle de l'industrie, il peut être nécessaire de disposer de données plus granulaires pour déterminer si le nombre de travailleurs formés est suffisant au sein de l'industrie ou de la discipline concernée (p. ex. Shen et Luo, 2021). Inclure des mesures qui prennent en compte la formation en plus de l'éducation formelle (p. ex. formation à l'embauche, diplômes ou formation professionnelle) — en particulier les programmes de formation et le financement liés à l'adoption et à la diffusion de l'innovation — peut être utile pour quantifier la capacité du capital humain (Hall et Jaffe, 2018). Une analyse complémentaire pourrait inclure la mesure de la demande de certaines compétences en STIC (p. ex. par les salaires de départ) pour repérer les déséquilibres sur le marché du travail de l'innovation (Hall et Jaffe, 2018). Les actifs, les intrants, les investissements et le personnel constituent la base de l'accroissement de la normalisation et de la compréhension des données sur l'innovation. Par exemple, la normalisation du nombre de travailleurs permet de mesurer la proportion de personnel de R-D, ce qui peut faciliter les évaluations au niveau de l'entreprise ou du programme (Song et Oh, 2015; Hall et Jaffe, 2018).

4.1.5 Résultats

Les résultats économiques de l'activité d'innovation reflètent en partie le renforcement de l'économie du savoir (DEO, 2012). Ces résultats peuvent servir d'indicateurs pour cerner les partenaires dans les économies à forte innovation dont le rendement est avéré. Il peut s'agir de mesures de la création de valeur — l'objectif implicite de l'innovation. Par exemple, la croissance du PIB est une mesure couramment utilisée; les taux marginaux de rendement ou la valeur ajoutée brute au-dessus de l'investissement en STIC peuvent aussi servir d'indicateurs de la production d'innovations, mais ils sont plus difficiles à mesurer (Hall et Jaffe, 2018; McLaren, 2022). Les résultats de l'innovation traduisent la création ou l'amélioration de biens, de services ou de processus, et ils peuvent être mesurés, par exemple, par le volume des exportations ou des ventes de nouveaux produits (Carayannis *et al.*, 2018; OCDE/Eurostat, 2018). La réduction des coûts et l'amélioration de la qualité des produits sont, quant à eux, des mesures de l'innovation concernant les processus au niveau de l'entreprise et sont positivement associées au rendement de l'entreprise (OCDE/Eurostat, 2018). Toutefois, il peut être difficile d'attribuer directement les résultats économiques aux innovations de processus (Rammer, 2016).

Les résultats économiques peuvent éclairer l'évaluation générale d'un partenariat potentiel

Le Hamilton Index of Advanced-Industry Performance, un indice de rendement industriel, utilise les données de production de l'OCDE pour évaluer la compétitivité sectorielle dans le temps, par comparaison du rendement national (Atkinson, 2022). La combinaison de données sectorielles longitudinales relatives à plusieurs pays permet d'effectuer des comparaisons avec d'autres pays et entre les industries, tout en fournissant des renseignements impossibles à tirer des seules tendances nationales. Cet indice procure une référence mondiale en ce qui concerne la production des industries avancées en examinant le produit économique du PIB par rapport à la part d'une région dans le PIB mondial (Atkinson, 2022). Le rendement national des industries avancées peut signaler les pays dans lesquels un partenaire exerce ses activités au sein d'un environnement économique solide.

L'Indice mondial de l'innovation (IMI) procure de nombreux indicateurs de production économique, notamment la croissance de la productivité de main-d'œuvre, la densité de nouvelles entreprises entrant dans l'écosystème, la proportion de produits manufacturés de haute technologie par rapport à l'ensemble des produits manufacturés, les exportations de services de technologies de l'information et des communications (TIC) et les exportations de produits de haute technologie en pourcentage des échanges totaux (OMPI, 2020).

Diverses mesures granulaires ou propres à l'organisation peuvent rendre compte des résultats en matière d'innovation des organisations dans le domaine de la STIC, sous forme de produits nouveaux ou améliorés, d'adoption de produits, de services, de logistique, de méthodes de production ou d'activités de soutien (DEO, 2012; Hall et Jaffe, 2018). Le *Manuel d'Oslo 2018* de l'OCDE mentionne la réduction des coûts et l'amélioration de la qualité des produits innovants comme des résultats précieux de l'innovation. Les résultats relatifs à l'innovation de ce type sont positivement associés au rendement de l'entreprise (OCDE/Eurostat, 2018).

En raison du temps nécessaire pour qu'une innovation produise des avantages économiques, les résultats correspondant à ses différents stades peuvent aider à évaluer les progrès des partenariats en STIC. Pour les projets d'innovation à un stade précoce, les résultats de la recherche — articles publiés, nouvelles méthodes et brevets — peuvent constituer les indicateurs les plus appropriés (examinés dans Dziallas et Blind, 2019). Les indicateurs de résultats intermédiaires (c.-à-d. les mesures effectuées avant l'achèvement), tels que la mise au point d'un prototype, le coût de production et la productivité de la main-d'œuvre, peuvent révéler les progrès accomplis vers un produit commercial économiquement viable (Dziallas et Blind, 2019).

Prendre en compte les caractéristiques du marché permet d'interpréter les indicateurs de résultats

La production des investissements en STIC est influencée par de nombreux facteurs autres que les dépenses, les intrants, les capacités et la main-d'œuvre. Les types et la quantité d'innovations changent en fonction de la situation macroéconomique (p. ex. expansion ou récession); par conséquent, l'évaluation du rendement par rapport à ces forces changeantes du marché peut améliorer la compréhension des résultats d'un partenaire potentiel (Ortiz et Salas Fumas, 2020; Bernstein *et al.*, 2021). Certains indicateurs quantifient les caractéristiques de l'environnement d'innovation afin de faciliter l'innovation en matière de produits. Les indicateurs de marché, tels que la demande, la croissance et la concurrence, sont des indicateurs établis qui fournissent des renseignements durant la commercialisation et le lancement sur le marché (U.S. Congress OTA, 1995; Syrneonidis, 1996; Vives, 2008). L'environnement d'innovation peut également être caractérisé par des indicateurs tels que le nombre d'entreprises innovantes et de nouvelles entreprises en démarrage (Dziallas et Blind, 2019). La compréhension de l'environnement général aide les acteurs à interpréter les résultats en les mesurant par rapport à des objectifs raisonnables reflétant les conditions réelles du marché.

4.2 Commerce

Le commerce fait partie intégrante de l'économie canadienne (Banque du Canada, 2018; AMC, 2022c). Pour bien tenir compte du commerce dans les décisions de partenariat en STIC, il est nécessaire de prendre en considération la combinaison de chaînes de production multipays, l'infrastructure et la capacité logistique nécessaires pour les soutenir et une gouvernance de plus en plus complexe (p. ex. tarifs, barrières commerciales non tarifaires et prolifération des accords de libre-échange régionaux ou bilatéraux) (OIM *et al.*, 2013). Le commerce entre en ligne de compte dans les décisions de partenariat en STIC de diverses façons, potentiellement concurrentes, comme lors de l'acquisition de matières, de la vente et de l'accès au marché et du partage de connaissances et de compétences.

Le commerce international comprend des transactions de biens et de services entre une entité nationale et une entité internationale (OCDE, 2022b). Le commerce peut être mesuré de nombreuses façons susceptibles d'éclairer les décisions de partenariat. Pour les biens et les services, les indicateurs les plus simples mesurent le montant et la valeur des importations et des exportations (WITS, 2022). D'autres permettent de déterminer l'efficacité ou l'acceptabilité d'un environnement commercial (OCDE, 2018a; WITS, 2022). Ces données peuvent être agrégées ou ventilées par secteur ou taille d'entreprise afin d'accroître leur intérêt pour la prise de décision (OCDE, 2022c; WITS, 2022). Cependant, environ 17 % des échanges canadiens sont des échanges de services, un secteur de l'économie mondiale qui connaît une croissance rapide (Bureau de l'économiste en chef, 2022). Les aspects essentiels de ces échanges sont les partenariats internationaux entre organisations de STIC, l'importation et l'exportation de services et de personnel scientifiques et technologiques et de services éducatifs. Ces mêmes indicateurs peuvent être utilisés pour évaluer la compétitivité et la croissance commerciales canadiennes, pour donner une idée de l'attrait du Canada en tant que partenaire commercial et pour mesurer le succès des programmes canadiens en matière de STIC sur les marchés internationaux (Cheong, 2010; Plummer *et al.*, 2010; AMC, 2022a).

4.2.1 Rendement commercial

Une mesure simple du rendement commercial est le temps nécessaire pour importer et exporter des biens et des services (Banque mondiale, 2023b). Le volume des échanges en lui-même peut signaler un possible partenaire privilégié; s'il est élevé, cela peut indiquer de bonnes relations commerciales, un faible fardeau réglementaire ou une forte demande dans ce secteur (CNUCED, 2018). La facilité de faire du commerce est cruciale pour les PME, pour lesquelles les coûts des échanges peuvent être formidablement élevés (OCDE, 2018b).

Les indicateurs composites permettent de cerner les partenaires bénéficiant d'un environnement commercial favorable

Les mesures du rendement en matière de facilitation des échanges effectuées par l'OCDE, et les indicateurs qui l'étayent, peuvent éclairer la réflexion commerciale dans un cadre plus large (OCDE, 2018b). Ces indicateurs comprennent la disponibilité des renseignements, la facilité des formalités (p. ex. l'harmonisation avec les normes internationales, les paiements électroniques ou les guichets uniques en matière de documentation), la gouvernance et l'impartialité et la coopération intranationale et internationale (OCDE, 2018a).

Il existe d'autres indicateurs composites, comme les mesures commerciales, qui révèlent comment utiliser le commerce avec d'autres indicateurs lors des évaluations. Par exemple, l'IMI comprend des indicateurs commerciaux tels que les tarifs moyens (OMPI, 2022). Il utilise également les mesures commerciales comme indicateurs du perfectionnement des entreprises et de l'absorption des connaissances, qui favorisent l'innovation. Ces indicateurs comprennent les redevances de propriété intellectuelle en pourcentage du commerce et les importations et exportations de services de haute technologie ou de TIC. Par exemple, les organisations qui obtiennent les cotes les plus élevées en matière d'exportations de propriété intellectuelle, de haute technologie et de TIC affichent une plus grande productivité en matière d'innovation et peuvent constituer de meilleurs partenaires commerciaux (OMPI, 2022).

La connaissance de la situation commerciale peut être complétée ou remplacée par des données sur le rendement au niveau du secteur ou de l'entreprise

Les indicateurs commerciaux peuvent également servir de base à des analyses plus poussées, telles que l'estimation de la valeur ajoutée par les pays ou les secteurs au moyen des biens et des services (Guilhoto *et al.*, 2022; Halton, 2022). Ces indicateurs, comme la valeur commerciale ou les échanges en valeur ajoutée (TiVA), peuvent être analysés au niveau de l'industrie, du secteur ou du produit, ce qui peut aider à cerner les marchés commerciaux avec plus de précision que les analyses de données au niveau national (OCDE, 2017, 2022f). On peut trouver des données sur la valeur des exportations au niveau de l'entreprise dans les enquêtes réalisées par les gouvernements nationaux et régionaux et dans les rapports de fin d'exercice, qui doivent souvent être obtenus auprès de fournisseurs de données privés (Breinlich *et al.*, 2020). La valeur des exportations au niveau de l'entreprise est fortement et positivement liée à la productivité (Breinlich *et al.*, 2020) et, dans certains cas, est associée à une plus grande innovation grâce à une activité de R-D accrue (Girma *et al.*, 2008). Le comportement et le rendement d'une entreprise en matière d'exportations peuvent être révélateurs de ses chances de survie dans des

conditions financières défavorables (Görg et Spaliara, 2014). Les données sur les exportations au niveau des entreprises peuvent également servir d'indicateurs pour évaluer les politiques de promotion de ces mêmes exportations (Arkolakis *et al.*, 2021). Ces données au niveau du secteur et de l'entreprise peuvent révéler avec quelle organisation un acteur pourrait s'associer et sur quels marchés.

Formation, capacité d'innovation et commerce convergent dans l'éducation internationale

L'éducation internationale est un aspect du commerce soutenu par le Service des délégués commerciaux du Canada (SDC) pour accroître la prospérité en « attirant les talents; renforçant la capacité d'innovation du Canada; stimulant la capacité d'innovation du Canada, encourageant les liens internationaux et favorisant une économie canadienne dynamique » (SDC, 2020). Ainsi, les partenariats internationaux en éducation, tels que ceux de la Stratégie du Canada en matière d'éducation internationale, sont des partenariats en STIC qui contribuent au commerce (GC, 2020), les étudiants étrangers ayant des retombées économiques annuelles sur le PIB du Canada de près de 20 milliards de dollars (AMC, 2020). La connaissance (et l'expérience) des possibilités de formation et d'échange de savoir, les dépenses annuelles, le nombre d'étudiants au pays et à l'étranger et les ventes et les cessions de licence de services et de produits éducatifs peuvent tous être utilisés pour déterminer l'efficacité des partenariats internationaux en STIC sur l'éducation (GC, 2020). De nombreux indicateurs peuvent fournir des renseignements sur plusieurs domaines de partenariat pertinents. Par exemple, l'éducation internationale est saisie dans les exportations de services du Canada (AMC, 2020), la formation peut être mesurée au sein de la capacité scientifique et d'innovation (sections 4.1.2 et 5.3) et la mobilité des étudiants peut être une mesure de la diffusion des connaissances et de la collaboration (section 5.3.3).

Mais les partenariats commerciaux offrent d'autres avantages au-delà de l'échange de biens et de services. L'intégration des marchés par le biais du commerce facilite le partage ou la diffusion des connaissances par la publication de travaux de recherche, l'acquisition de connaissances et la rétro-ingénierie (Melitz et Redding, 2021). Le commerce international peut favoriser un échange de connaissances qui profite aux deux parties, car une planification adéquate permet d'éviter les dépenses d'une recherche redondante et aboutir ainsi à une meilleure proposition de valeur pour toutes les parties (Melitz et Redding, 2021).

4.2.2 Tarifs douaniers et barrières

D'autres indicateurs renseignent sur les coûts du commerce — principalement les taxes sur les biens et services importés et exportés (OCDE, 2018a; WITS, 2022). Le taux agrégé des tarifs douaniers et des taxes au niveau national peut révéler le caractère globalement favorable d'un marché, mais les indicateurs de tarifs et d'exigences de permis pour certains biens et services sont plus utiles pour les entreprises qui ont affaire à eux (tableau 4.2). Les barrières et les tarifs commerciaux limitent l'accès au marché et peuvent accroître les coûts. Le gouvernement du Canada tient à jour une base de données sur les renseignements tarifaires et des informations sur les sanctions économiques, les contrôles à l'exportation et à l'importation, les barrières commerciales et les accords commerciaux et de reconnaissance multilatérale, qui améliorent les décisions de partenariat (AMC, 2017b, 2022d; SDC, 2022b; GC, 2023f). La base de données sur les obstacles temporaires au commerce de la Banque mondiale et les données du Fonds monétaire international peuvent également aider à cerner les occasions ou les risques commerciaux (Banque mondiale, 2021; Estefania-Flores *et al.*, 2022).

Tableau 4.2 Exemples de réglementation commerciale sur les biens sur le marché canadien

Réglementation	Exigence	Biens	Référence(s)
Loi sur les licences d'exportation et d'importation	Délivrance des permis d'exportation de biens et de technologies militaires et stratégiques	Double usage, munitions, non-prolifération nucléaire, double usage dans le nucléaire, biens et technologies divers, régime de contrôle des technologies de missiles, non-prolifération des armes chimiques et biologiques, traité sur le commerce des armes	AMC (2022b)
	Quota d'exportation vers les États-Unis	Beurre et pâte d'arachide	AMC (2023d)
	Contingent tarifaire ou tarif sur les importations agricoles	Comprend la viande de bœuf et de veau, les œufs d'incubation et les volailles vivantes, les viandes préparées et conservées, les produits laitiers et les fromages, les produits à base de blé et d'orge	AMC (2023c); GC (2022a, 2023g)
Loi sur les aliments et drogues	Contrôle du respect des exigences réglementaires concernant les médicaments importés et exportés et de leur application	Ingrédients pharmaceutiques actifs, médicaments à usage humain, médicaments à usage vétérinaire, dispositifs médicaux, produits de santé naturels, sang et composants sanguins destinés à la transfusion, cellules humaines, tissus et organes destinés à la transplantation	SC (2020)

(continue)

(a continué)

Accord économique et commercial global (AECG)	Quotas concernant certains produits importés dans l'Union européenne devant « bénéficier d'un traitement tarifaire préférentiel »	Inclut les produits à forte teneur en sucre, les textiles et les vêtements, les véhicules, le poisson et les fruits de mer, les aliments transformés, les aliments pour chiens et chats	AMC (2022e)
Accord sur le bois d'œuvre	Lois sur les droits compensateurs et les droits antidumping concernant les importations de bois d'œuvre résineux canadien aux États-Unis.	Bois d'œuvre résineux	AMC (2023e); Gouv. de la C.-B. (2023a)
Loi sur la protection des végétaux	Permis d'importation pour les agents agréés	Insectes, acariens, nématodes et autres organismes utilisés comme agents de lutte biologique contre les parasites des plantes	ACIA (2022)
Règlement sur la salubrité des aliments au Canada	Contrôle et suivi de l'exécution réglementaire des importations et des exportations	Un aliment est « tout article fabriqué, vendu ou présenté comme pouvant servir de nourriture ou de boisson à l'être humain, la gomme à mâcher ainsi que tout ingrédient pouvant être mélangé avec un aliment à quelque fin que ce soit » (GC, 1985).	GC (1985, 2018)

Des politiques commerciales plus souples (c.-à-d. des tarifs douaniers plus faibles, de meilleures subventions et une réglementation favorable) peuvent indiquer des pays dans lesquels le Canada profitera d'un plus grand avantage comparatif (Kowalski, 2011), ce qui aide à cerner les marchés bénéfiques pour les partenariats. Les partenariats internationaux en STIC peuvent s'attaquer aux causes des barrières commerciales (p. ex. les préoccupations phytosanitaires) ou répondre aux exigences réglementaires, réduisant ainsi les effets négatifs de ces barrières. Par exemple, la Chine a restreint l'importation de canola canadien en 2009 en raison des inquiétudes suscitées par la propagation de la nécrose du collet, une maladie fongique; cette restriction a ensuite été levée en raison de l'utilisation de méthodes scientifiques et d'accords sur les meilleures pratiques (Sun, 2020). Une interdiction similaire a été rétablie en 2019, puis levée en 2022 (La Presse Canadienne, 2022). Si les facteurs géopolitiques peuvent jouer un rôle plus important que la science dans les différends commerciaux (Hui, 2016), les partenariats en STIC peuvent éclairer l'élaboration de la réglementation reposant sur les données probantes, par exemple par la détermination de normes de sécurité appropriées (p. ex. Udomkun *et al.*, 2017) ou par la mise au point de méthodes diagnostiques (p. ex. Gleim *et al.*, 2021).

La réglementation commerciale peut créer des obstacles à l'accès aux marchés étrangers

La réglementation commerciale conçue à partir de politiques raisonnables en matière de santé, de sécurité, d'environnement ou d'agriculture — plutôt que pour créer un avantage concurrentiel — peut toujours constituer un obstacle et limiter l'accès des entités canadiennes aux marchés étrangers. Par exemple, bien que la restriction des importations qui a suivi la détection de l'encéphalopathie spongiforme bovine (ESB) ait été une mesure prudente, il a fallu 20 ans pour établir un bilan de sécurité susceptible de satisfaire les partenaires commerciaux hésitants (Stephenson, 2019; AAC, 2023; Gouv. de l'Alb., 2023b). Une réglementation commerciale efficace et fondée sur les données probantes peut contribuer à stabiliser l'approvisionnement en ressources, à maintenir les chaînes d'approvisionnement, à garantir un développement environnemental durable et à atténuer la volatilité. Les accords bilatéraux et multilatéraux reposant sur ces principes visent à créer les conditions du marché permettant le commerce de produits innovants et de nouveaux médicaments (Canada-UE, 2016; AMC, 2017a; OCDE, s.d.).

Dans des domaines tels que la santé, l'alimentation et l'agriculture, les produits innovants — ou ceux qui bénéficient d'innovations récentes — peuvent se heurter à de multiples barrières commerciales. Par exemple, les innovations agricoles (p. ex. en matière de sélection ou de modification génétique) concernant des cultures telles que le soya, les légumineuses et les arachides peuvent se retrouver face à de multiples barrières commerciales, comme les quotas (p. ex. AMC, 2023d) ou l'obligation de certification phytosanitaire (ACIA, 2015), de certification agricole (USDA, 2017) et les tests de sécurité alimentaire (Ahn et Rhodes, 2021). Le fardeau réglementaire que ces obstacles imposent peut influencer sur l'analyse coût-bénéfice qui oriente les investissements, la R-D et les partenariats vers les marchés les plus favorables et les éloigne des marchés moins favorables. Les décisions qu'ils entraînent alors risquent en fin de compte de nuire au profit. Ces barrières sont donc susceptibles d'offrir des possibilités de partenariats et d'innovation. D'une part, les tests et certifications nouveaux peuvent faciliter l'importation, accroître la durabilité, améliorer la santé, encourager l'acceptation des produits et même faire grimper les prix des produits certifiés (p. ex. les arachides sans aflatoxines) (Udomkun *et al.*, 2017). D'autre part, les partenariats internationaux en STIC, grâce aux nouvelles technologies et à la coopération réglementaire, peuvent contribuer à surmonter les barrières commerciales susceptibles d'entraver la viabilité, par exemple, des innovations agricoles sur le marché.

4.2.3 Établissement de normes, propriété intellectuelle et harmonisation réglementaire

Une des façons de parvenir à des partenariats en STIC fructueux — d'après les organisations de STIC canadiennes interrogées dans le cadre de ce rapport — est de faire en sorte que d'autres pays et organisations multilatérales adoptent les normes canadiennes et que le Canada s'engage à accepter les processus internationaux de normalisation. Les accords actuels peuvent être révélateurs de la facilité ou de la difficulté à faire des affaires sur les marchés partenaires, et permettent ainsi de décider où établir des partenariats en vue d'innovations. L'adoption de normes internationales est un indicateur d'innovation (OMPI, 2022). Pour les entreprises canadiennes et leurs partenaires potentiels, l'adhésion à ces normes peut renforcer la confiance dans les capacités d'une organisation. L'IMI inclut les normes ISO 9001 (norme internationale de gestion de la qualité) et ISO 14001 (norme internationale de gestion de l'environnement) à titre d'indicateurs d'innovation (OMPI, 2022).

Les partenariats internationaux en STIC peuvent contribuer à l'établissement de normes, lequel favorise les échanges commerciaux

L'utilisation de partenariats en STIC pour établir des normes peut contribuer à la réalisation d'autres objectifs, tels que la protection de l'environnement et la prévention des maladies (AMC, 2018). Par exemple, les organismes génétiquement modifiés (OGM) et leurs produits sont strictement réglementés sur le marché européen et leur entrée doit être approuvée (Arcuri, 2017). Le système d'approbation restrictif de l'Union européenne n'autorise l'importation que de très peu de produits d'OGM destinés à la consommation humaine (Arcuri, 2017). En 2009, la contamination du lin cultivé au Canada par une souche d'OGM a entraîné l'imposition de restrictions à l'importation et de nouvelles exigences en matière de tests (Viju *et al.*, 2014). Toutefois, l'AECG formalise les discussions bilatérales sur la nouvelle législation portant sur la biotechnologie d'intérêt mutuel (Sinclair *et al.*, 2014) et fixe des objectifs communs qui facilitent la coopération tout en ouvrant le dialogue pour les futures négociations (Arcuri, 2017). Le Canada et l'Union européenne poursuivent leurs discussions dans le but d'encourager le commerce des produits agricoles issus de la biotechnologie (AMC, 2021a).



Ce que nous avons entendu

Influencer la façon d'établir des normes est à la fois un objectif et un résultat des organismes de réglementation canadiens, qui utilisent le nombre de négociations, l'appartenance à des organisations pertinentes, les accords signés et les normes canadiennes adoptées comme indicateurs de la productivité des partenariats en STIC.

De nouvelles normes peuvent découler de la fixation d'objectifs ou de cibles pour les organes internationaux, ou être adoptées par le biais de normes internationales communes, ce qui a pour effet supplémentaire de rendre le Canada plus compétitif et plus attrayant. L'établissement de normes aide en fin de compte les pays à élaborer les meilleures pratiques nationales et peut compléter d'autres indicateurs de réussite. En outre, l'industrie mondiale des tests, de l'inspection et de la certification représente un marché de plusieurs milliards de dollars (il a été évalué à plus de 300 milliards de dollars américains en 2022) dans lequel le Canada fait face à la concurrence (Grand View Research, 2022).

4.3 Facteurs relatifs à la mise en œuvre

Les indicateurs sont d'autant plus utiles aux décisions de partenariat qu'ils sont choisis en fonction du stade de développement, du calendrier et des besoins propres à la poursuite de chaque innovation. Des caractéristiques telles que la qualité des données, leur comparabilité, leur disponibilité, leur facilité de collecte et d'interprétation, la pertinence de leur échelle et leur granularité sont toujours des éléments à prendre en compte. Certains indicateurs sont plus appropriés ou plus utiles pour évaluer le potentiel et les risques de partenariats et de partenaires internationaux. Il est préférable d'utiliser les indicateurs d'innovation, tels que ceux présentés dans ce chapitre, parallèlement aux indicateurs qui mesurent d'autres objectifs (p. ex. la concordance avec les valeurs sociales, la durabilité et l'inclusion) pour trouver des stratégies de partenariat d'innovation répondant au vaste ensemble de priorités d'un partenariat en STIC, comme c'est le cas pour l'innovation inclusive (encadré 4.1).

Encadré 4.1 Innovation sociale et inclusive

L'innovation inclusive structure l'innovation dans de multiples dimensions. Elle étend notamment les avantages de l'innovation aux personnes mal desservies, à la résolution de problèmes mondiaux (p. ex. la pauvreté, les changements climatiques, les crises sanitaires ou la sécurité alimentaire) et fait appel à de multiples parties prenantes (Sanjiv, 2020; EDSC, 2022). L'inclusion et l'équité peuvent stimuler l'innovation, tandis que l'innovation sociale (voir ci-dessous) et la finance sociale peuvent aider à produire des retombées sociales qui contribuent au bien-être individuel et collectif (EDSC, 2022). L'innovation inclusive considère les partenariats comme des éléments nécessaires pour relever les défis qui sont trop grands pour être abordés par une seule organisation (Sanjiv, 2020).

L'innovation sociale est étroitement liée à l'innovation inclusive et repose sur l'idée que les moyens traditionnels, principalement technologiques, utilisés par les marchés, les États et la société civile pour innover ne sont plus suffisants pour répondre aux exigences des problèmes mondiaux (Howaldt *et al.*, 2016). Le Groupe directeur chargé de la co-création de la stratégie d'innovation sociale et de finance sociale, lancé par Emploi et Développement social Canada (EDSC, 2022), a déterminé plusieurs éléments nécessaires pour soutenir des types d'innovation plus inclusifs menés par des acteurs publics, privés et des organismes sans but lucratif : la capacité et les compétences, le financement et le capital, l'accès au marché, un environnement politique et réglementaire favorable, le partage des données probantes et des connaissances, et la sensibilisation et la mobilisation. L'innovation sociale nécessite que le public dispose de plus d'outils et participe davantage, ce qui peut exiger de nouvelles formes de gouvernance (Howaldt *et al.*, 2016). Par exemple, la cocréation et la coproduction sont à la base de l'innovation sociale apte à répondre à des besoins humains non satisfaits par le système actuel (Martins *et al.*, 2022).

(continue)

(a continué)

Comme pour l'innovation en général, l'innovation sociale et inclusive profite de données et d'évaluations précises; ces données portent, par exemple, sur l'économie, le financement et l'administration au niveau national et au niveau de l'entreprise, et elles peuvent quantifier les résultats sociaux (EDSC, 2022). Les données et les techniques utilisées pour mesurer les retombées sont en cours d'élaboration et font partie des éléments assurant et favorisant un écosystème d'innovation qui a la capacité et le talent pour les analyser — ce qui est également important pour le succès de l'innovation inclusive (Howaldt *et al.*, 2016; Martins *et al.*, 2022; EDSC, 2022). En résumé, l'innovation inclusive est un exemple d'intégration des données dans un cadre d'innovation qui soutient simultanément un programme social et économique.

En raison de la complexité du processus décisionnel international en matière de STIC, des indicateurs multiples utilisés de manière systématique et reproductible sont susceptibles d'améliorer la prise de décision stratégique. Certains indicateurs donnent un aperçu de plusieurs aspects d'un partenariat potentiel. Par exemple, la mesure des actifs d'un partenaire aide à évaluer la capacité de ce partenaire à accomplir une tâche donnée, mais elle peut aussi aider à évaluer sa stabilité financière et son profil de risque (Radhakrishnan *et al.*, 2017). À plus grande échelle, les choix politiques des gouvernements, ainsi que les cadres juridiques et réglementaires, influent explicitement et implicitement sur l'environnement de la STIC (Hall et Jaffe, 2018; Dziallas et Blind, 2019). La propriété intellectuelle, les politiques fiscales et commerciales, la transparence des entreprises et l'ouverture aux partenariats en STIC étrangers sont autant d'éléments pouvant donner une idée de la valeur ajoutée de l'écosystème d'innovation d'un partenaire potentiel. Les infrastructures générales (p. ex. eau, énergie, TIC ou transports) favorisent la productivité, la mobilité physique, la santé et le partage de renseignements, tandis que les infrastructures spécialisées (p. ex. laboratoires ou installations de test et de contrôle) et les capacités de fabrication de pointe facilitent le processus d'innovation, ainsi que la production et l'échange de connaissances (CNUCED, 2020).

5

Avantages pour le Canada : indicateurs de la capacité scientifique et de la production de connaissances

5.1 Excellence

5.2 Science ouverte

5.3 Talents

5.4 Infrastructure

5.5 Autres éléments à considérer

Tout partenariat international dans le domaine de la science, de la technologie, de l'innovation et de la production de connaissances (STIC) auquel le Canada participe doit profiter au pays si l'on veut qu'il soit couronné de succès. D'une manière générale, un partenariat en STIC offre des avantages au Canada par le renforcement des capacités. La détermination de ces avantages et de l'horizon temporel dans lequel ils s'inscrivent permet d'établir des critères d'évaluation. Les indicateurs utiles reflètent les qualités qu'un partenaire potentiel apportera et qui produiront ces avantages pour le Canada, comme en témoignent ses activités, ses résultats et ses relations actuels.

À bien des égards, la science est un bien public; en plus d'épouser les valeurs du communalisme et de l'universalisme, les connaissances scientifiques ne s'épuisent pas à force d'être utilisées (Ruffini, 2017). En effet, leur valeur augmente lorsqu'elles sont partagées, et les réseaux scientifiques — échanges de connaissances, de compétences et d'expertise — émergent comme une conséquence naturelle de la pratique de la science (Wagner, 2018). Les scientifiques travaillent rarement de manière isolée; ils recherchent des collaborateurs pour avoir accès — ou soutenir leur mise en place — à des équipements, des compétences, de l'expertise, des objets d'étude, des lieux ou d'autres ressources (Wagner, 2018).

Même si la science est un bien public, les avantages tirés de la production de connaissances sont limités sans une éducation adéquate et sans l'accès à l'expertise technique et aux réseaux scientifiques pertinents (Salter et Martin, 2001). Dans une revue des publications, Salter et Martin (2001) énumèrent six types d'avantages qu'offre le financement de la recherche fondamentale : augmentation du stock de connaissances, formation de diplômés qualifiés, conception de nouveaux instruments et méthodologies, création de réseaux et d'interactions sociales, résolution de problèmes technologiques et création d'entreprises.

De tels avantages pourraient également être raisonnablement considérés comme les résultats souhaités des partenariats internationaux en STIC. Fait notable, ce n'est pas seulement le stock de connaissances qui compte, mais la capacité à l'utiliser — qui se manifeste sous la forme de diplômés qualifiés, de nouveaux instruments et de capacités de résolution de problème — laquelle se traduit par des avantages sociaux et économiques (Salter et Martin, 2001). La recherche scientifique peut être fondamentale, exploratoire — c'est-à-dire qui élargit la compréhension de l'univers par l'humanité — appliquée, menée en vue d'un problème ou d'une utilisation particulière ou inspirée par l'usage, lequel établit un équilibre entre l'exploration scientifique et des objectifs sociétaux identifiables (Stokes, 1997). Par exemple, L'examen du soutien fédéral aux sciences du Canada (2017) a noté une variété d'objectifs potentiels touchant le soutien de la science fondamentale, qui sont indirectement atteints par la recherche fondée sur la curiosité, comme un environnement plus propre et plus sûr, une vie plus longue et plus saine et la prospérité économique.

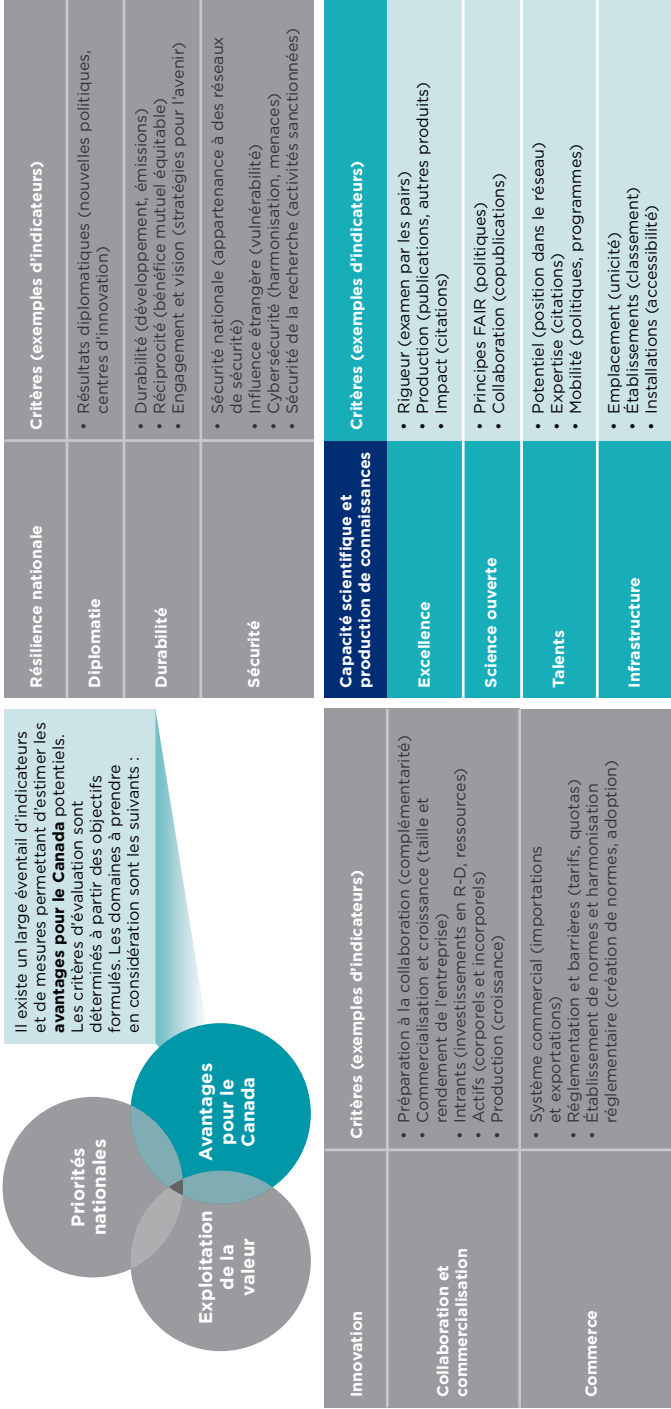


Figure 5.1 Avantages pour le Canada — capacité scientifique et production de connaissances

Le renforcement de la capacité scientifique et de la production de connaissances dépendra de l'excellence de la recherche démontrée par le partenaire potentiel, ainsi que de son engagement et de ses pratiques en matière de science ouverte. Les gains potentiels pour le Canada peuvent également résulter de l'accès aux talents et à l'infrastructure.

Ce chapitre examine les indicateurs et les mesures pertinents pour les partenariats potentiels axés sur la science ou sur la production de connaissances. Le comité d'experts a subdivisé les facteurs relatifs aux partenariats internationaux en STIC en quatre grands domaines d'avantages : excellence, science ouverte, talent et infrastructure (tableau 5.1). Ce chapitre se penche sur chacun de ces domaines, cerne les critères, indicateurs et mesures qui leur sont associés et fournit un aperçu des preuves de leur utilisation et de leurs limites. Il se termine par quelques réflexions supplémentaires sur la diplomatie scientifique, sur l'équité, la diversité et l'inclusion (EDI) et sur le savoir autochtone.

Tableau 5.1 Critères, indicateurs et exemples de mesures de la capacité scientifique et de la production de connaissances

Capacité scientifique et production de connaissances	Critères, indicateurs et exemples de mesures		
	Critères	Indicateurs	Exemples de mesures
Excellence (section 5.1)	Rigueur	<ul style="list-style-type: none"> • Production scientifique • Citations 	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre de publications indexées • Nombre de citations (pondéré par domaine)
	Productivité	<ul style="list-style-type: none"> • Documentation parallèle • Examen par les pairs 	<ul style="list-style-type: none"> • Mesures des citations • Classements et évaluations par les pairs • Évaluations qualitatives par une communauté de pratique
	Impact	<ul style="list-style-type: none"> • Impacts sociaux • Production non scientifique 	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre d'ouvrages, de chapitres, de rapports techniques, de livres blancs • Indicateurs d'impacts autres • Innovations visuelles, histoires orales, ethnodrames, dialogues • Évaluations du savoir local et autochtone en fonction de la géographie et de la culture

(continue)

Évoluer dans des futurs collaboratifs

(a continué)

Science ouverte (section 5.2)	Principes FAIR	<ul style="list-style-type: none"> • Publication en libre accès • Pratiques de partage de données • Pratiques de partage de code 	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre d'articles faciles à trouver et accessibles • Nombre de prépublications • Ensembles de données indexées • Code facile à trouver et accessible • Politiques de libre accès, réglementation, renseignements sur les licences
	Collaboration	<ul style="list-style-type: none"> • Copublications • Participation aux conventions et traités internationaux • Participation à des organismes de recherche et à des conférences internationales 	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre de publications indexées coécrites, mesures de citations • Nombre d'ouvrages, de chapitres, de publications non scientifiques et de publications parallèles cosignées • Participation à des conférences internationales et organisation de telles conférences • Signature de conventions et de traités internationaux • Examen par les pairs, évaluations de la collaboration par la communauté de pratique
Talents (section 5.3)	Potentiel du réseau	<ul style="list-style-type: none"> • Main-d'œuvre • Possibilités d'éducation et de formation • Modèles de publication 	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre de diplômés en science, technologie, génie et mathématiques et en sciences humaines • Taux de suivi d'études supérieures, d'achèvement et de graduation • Nombre de nouveaux titulaires de doctorats
	Expertise	<ul style="list-style-type: none"> • Position du réseau • Influence 	<ul style="list-style-type: none"> • Personnel de R-D total • Analyse des publications dans les réseaux sociaux
	Mobilité	<ul style="list-style-type: none"> • Migration internationale • Indicateurs bibliométriques • Aide à la mobilité 	<ul style="list-style-type: none"> • Analyse sémantique des publications • Leadership dans les organisations internationales • Participation à des organismes intergouvernementaux • Données sur l'immigration et l'émigration • Copublications • Mécanismes diplomatiques (financement, personnel, ambassades)
Infrastructure (section 5.4)	Emplacement Établissements Installations	<ul style="list-style-type: none"> • Unicité • Complémentarité • Classement des établissements • Indicateurs bibliométriques 	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre et types d'installations de STIC • Besoins en recherche et accessibilité de certains lieux et installations • Examen par les pairs, évaluations des établissements et des installations par la communauté de pratique • Taux de publications, mesures des citations appliquées au niveau institutionnel

5.1 Excellence

La science a pour but l'accroissement de notre savoir collectif au sujet de l'univers; la production de connaissances est donc un objectif clé de toute entreprise scientifique, y compris des partenariats internationaux. Bien que le concept d'excellence scientifique soit largement utilisé dans les discours politiques et financiers, il est souvent défini de manière vague, voire pas du tout (Sunkel, 2015). L'excellence scientifique est également le plus souvent mesurée quantitativement par des indicateurs bibliométriques ou qualitativement au moyen de l'examen par les pairs (Sunkel, 2015). Aux fins des éléments du cadre, le comité d'experts considère que l'excellence est attestée par une amélioration de la qualité de la production de connaissances.

Il existe de multiples dimensions des mesures de la qualité scientifique. Polanyi (1962), par exemple, en a reconnu trois : la plausibilité, l'originalité et la valeur scientifique. En d'autres termes, une recherche de grande qualité est plausible (c.-à-d. scientifiquement fondée), originale (c.-à-d. qu'elle crée de nouvelles connaissances) et précieuse (c.-à-d. qu'elle est importante pour d'autres chercheurs) (Polanyi, 1962; Aksnes *et al.*, 2019). Plus récemment, une quatrième dimension s'est ajoutée, la valeur et la pertinence sociétales, qui traduit l'importance de la recherche pour la société dans son ensemble (Gulbrandsen, 2000; Lamont, 2009). Ces dimensions sont étudiées à partir des trois critères — la rigueur, la productivité et l'impact — examinés ci-dessous.

5.1.1 Rigueur et productivité

Évaluer la contribution d'un partenariat potentiel à la production de connaissances est une tâche complexe. Il faut tenir compte des délais prévus de la découverte, des possibilités d'effets de réseau et des autres moyens non linéaires par lesquels la production de connaissances peut influencer le développement technologique et l'innovation (et inversement) (Brooks, 1994; Wagner, 2018). Bien qu'il existe des mesures largement utilisées de la rigueur et de la productivité, comme les mesures bibliométriques (résumée au tableau 5.2), l'interprétation de la signification de ces mesures est compliquée par des facteurs tels que la mission de la recherche et la pertinence locale (Hicks *et al.*, 2015). En outre, les indicateurs eux-mêmes ont fait l'objet de nombreuses critiques, notamment en ce qui concerne leur applicabilité à différents domaines d'étude, leur risque d'être fortement biaisés et l'exclusion d'autres produits de la recherche, comme les réactifs, les logiciels ou les données — voir, par exemple, la Déclaration de San Francisco sur l'évaluation de la recherche (Cagan, 2013). Les mesures d'évaluation sont un domaine controversé — les meilleures pratiques ne sont pas fixées et de nouvelles méthodologies sont en cours d'élaboration (Leckert, 2021). La création

d'un solide cadre d'évaluation requiert la transparence dans la définition des paramètres (p. ex. les objectifs, les calendriers, les critères de référence et les comparaisons) et de leurs limites et contraintes, des indicateurs et des mesures, des sources de données et des méthodologies de mesure, ainsi que des méthodes de pondération et d'interprétation des résultats.

Tableau 5.2 Indicateurs bibliométriques communs de l'excellence scientifique

Indicateur	Caractéristique mesurée	Définition
Production scientifique	<ul style="list-style-type: none"> • Rigueur • Productivité 	Nombre de publications d'une entité (p. ex. auteur ou institution) indexées (p. ex. dans Scopus ou Web of Science).
Impact des citations pondéré par le champ	<ul style="list-style-type: none"> • Impact 	Nombre de citations des publications d'une entité par rapport au nombre moyen de citations des autres publications similaires dans l'univers des données.
Total des citations	<ul style="list-style-type: none"> • Impact 	Nombre de citations des publications d'une entité.
Citations par publication	<ul style="list-style-type: none"> • Impact 	Impact moyen des citations de la publication (le nombre total de citations divisé par le nombre total de publications).
Publications les plus citées	<ul style="list-style-type: none"> • Impact 	Par exemple, le nombre ou la proportion des 10 % de publications les plus citées (globalement ou dans un domaine).
Publications dans les centiles de revues les plus élevés	<ul style="list-style-type: none"> • Impact 	Nombre de publications figurant parmi les 1 %, 5 %, 10 % ou 25 % des revues indexées les plus citées (p. ex. dans Scopus).

Sources : OCDE (2022h); Cucari *et al.* (2023)

On a beaucoup écrit sur l'utilisation appropriée des mesures de la qualité de la recherche dans le cadre de l'évaluation des projets et programmes de recherche prospectifs, en cours et passés (p. ex. CAC, 2021). Toutefois, le nombre d'articles de recherche publiés dans des revues examinées par les pairs constitue au minimum un indicateur de la rigueur ou de la plausibilité scientifique. Autrement dit, les revues publient des articles qui ont été examinés par un rédacteur en chef et des pairs, qui décident si la recherche présentée est rigoureuse et défendable, entre autres éléments de réflexion (Ferreira *et al.*, 2016). Ainsi, les mesures de la production de la recherche, comme les taux de publications et les citations, peuvent donner une idée de la qualité de la contribution d'un individu, d'une institution ou d'un pays à la production de connaissances. Toutefois, le recours

à des mesures quantitatives pour examiner la rigueur exige plusieurs mises en garde et comporte plusieurs lacunes, qui soulignent l'importance d'inclure des éléments d'évaluations qualitatives qui, elles aussi, peuvent être critiquées pour leur possible manque d'objectivité (Schmoch et Schubert, 2008).

La bibliométrie fournit des indicateurs utiles, mais non exhaustifs, de la rigueur et de la productivité

Les taux de publications peuvent servir de mesure de la productivité de la recherche (p. ex. Lowcay *et al.*, 2004), mais cette mesure est restreinte par les limites des indices qui exploitent ces données et par les pratiques de publication des différents domaines et pays. Par exemple, les deux plus grands indices de citations au monde, Scopus (Elsevier) et Web of Science (Clarivate), varient dans leur couverture des différents domaines scientifiques et universitaires (Aksnes *et al.*, 2019). Aksnes *et al.* (2019) ont relevé qu'ils couvraient abondamment les articles de revues et des publications d'ouvrages dans le domaine de la médecine et de la santé, ainsi que des sciences naturelles et de la technologie, par comparaison aux sciences humaines. Mongeon et Paul-Hus (2016) notent des déficits similaires dans la couverture des revues de sciences sociales et d'arts indexées par Web of Science et Scopus. Les indices de citations mondiaux sont aussi susceptibles d'exclure les publications locales, en particulier celles qui ne sont pas publiées en anglais (Ovezmyradov, 2023).

Les pratiques de diffusion varient d'un domaine à l'autre, et l'incitation à publier dans des revues universitaires nationales ou internationales dépend également de la culture scientifique du pays (Larivière, 2007, 2018). Par exemple, en 2015, près de 100 % des articles publiés par des auteurs québécois en sciences naturelles et en génie dans le Web of Science de Clarivate étaient en anglais, comparativement à 67 % pour les arts et les sciences humaines (Larivière, 2018). La publication d'ouvrages, de chapitres d'ouvrages et de publications parallèles peut représenter une part plus importante de la production scientifique dans certains domaines ou pays que dans d'autres, ce qui limite la valeur comparative des taux de publications reposant sur les seuls articles de revues universitaires. La prise en compte des publications non scientifiques dans les évaluations utilisant des indices de citations pose un défi de taille, bien que certains s'y soient essayés (p. ex. Frandsen et Nicolaisen, 2023).

Les analyses bibliométriques de la productivité peuvent également être perturbées par des pratiques de publication prédatrices ou de faible qualité (encadré 5.1). Il s'agit là d'un facteur primordial, tout comme les rétractations scientifiques, lorsque l'on utilise les taux de publications comme indicateur de rigueur. Retraction Watch (s.d.) tient à jour une base de données consultable sur les rétractations, y compris par affiliation.

Encadré 5.1 Édition prédatrice et biais de productivité

La prévalence de la publication dans des revues prédatrices — celles qui imposent des frais de publication en libre accès pour générer des profits en publiant des articles sans véritable examen par les pairs — varie considérablement d'un pays à l'autre (Xia *et al.*, 2015; Marina et Sterligov, 2021). Les chercheurs inexpérimentés des pays en développement ont tendance à publier plus souvent dans de telles revues (Xia *et al.*, 2015), bien que les publications dans des revues potentiellement prédatrices soient omniprésentes dans tous les pays (Marina et Sterligov, 2021). S'appuyant sur Scopus, Marina et Sterligov (2021) ont trouvé des preuves de publications potentiellement prédatrices dans tous les domaines, les taux les plus élevés ayant été relevés en génie et en médecine. Cela dit, même dans ces sous-ensembles, les taux sont faibles; entre 2011 et 2018, une moyenne de 4 % des articles de génie figurant dans Scopus ont été signalés comme ayant été publiés dans des revues potentiellement prédatrices, et 2 % des articles en médecine (Marina et Sterligov, 2021). Si la publication dans des revues prédatrices peut contourner l'examen par les pairs, il est important de noter qu'elle n'exclut pas nécessairement la rigueur de la recherche; elle limite plutôt l'interprétation des taux de publications en tant qu'indicateur de qualité, ce qui exige une réflexion supplémentaire.

Les évaluations de la recherche qualitative exigent des méthodes différentes

La conceptualisation de la science en tant que productrice de connaissances au sens large inclut des formes non traditionnelles de recherche qu'excluent les évaluations de l'excellence, par exemple, les analyses bibliométriques et autres approches fondées sur des données. Gergen (2014) affirme que « pour les chercheurs qualitatifs qui s'intéressent à la complexité et à la nuance de la signification humaine, les résultats des mesures contrôlées sont à la fois obstructifs et trompeurs ». L'excellence est reconnaissable dans le contexte d'une communauté de pratique, peu de caractéristiques générales étant applicables à l'ensemble de ces communautés. Ces critères généraux d'excellence comprennent la contribution à une meilleure compréhension, le lien entre la recherche et les débats pertinents, la rigueur dans la conception et la mise en œuvre de l'étude et la communication de manière cohérente et compréhensible (Gergen, 2014). L'évaluation des pratiques de recherche dans une optique éthique est également importante, tout comme la résonance des conclusions de la recherche au sein des communautés concernées (Tracy, 2010).

Ces critères sont étayés par des pratiques de recherche qualitative particulières, telles que la recherche participative et la recherche-action, dans laquelle la qualité de la recherche est reconnaissable à la fiabilité et à la validité de cette recherche, aux améliorations, résolutions et transformations qu'elle entraîne, à la mobilisation des connaissances et à la répartition de la capacité de recherche, et aux processus d'apprentissage mutuel (Lindhult, 2019). Bien que certains indicateurs de ces aspects puissent être mesurés par analyse bibliométrique, plusieurs résultats importants et précieux ne seront pas pris en compte, comme les innovations visuelles, les histoires orales, les ethnodrames et les dialogues (Gergen, 2014). Ainsi, l'évaluation des partenariats en STIC potentiels qui incluent les objectifs et les buts d'autres formes de recherche comprendra idéalement aussi des méthodes d'évaluation autres qu'une approche axée sur les données; par exemple, le jugement et l'examen de praticiens au sein des communautés de pratique concernées.

On manque de mesures et d'indicateurs adaptés à d'autres systèmes de connaissances, tels que le système autochtone

Alors que les indices de citations constituent la principale source de données pour de nombreux indicateurs énumérés plus haut, on manque grandement d'indicateurs appropriés à l'inclusion du savoir autochtone dans toutes les dimensions de la capacité scientifique — excellence, talent, infrastructure et science ouverte (encadré 5.2). Par exemple, la Convention sur la diversité biologique des Nations Unies exige explicitement l'inclusion du savoir et des pratiques autochtones et traditionnels dans la planification, l'élaboration et la mise en œuvre des politiques (PNUE et CDB, 2013), mais il existe peu, voire pas du tout, de sources de données utiles à l'analyse comparative ou à la mesure des tendances dans ces domaines.

Les tendances intéressantes comprennent les changements dans l'utilisation des terres et la méthode de tenure sur les territoires traditionnels et dans la pratique des métiers traditionnels, le degré de respect et d'intégration du savoir et des pratiques traditionnels dans les plans nationaux de mise en œuvre et la diversité linguistique (PNUE et CDB, 2013). Parmi celles-ci, seule la diversité linguistique est mesurée à l'aide d'un indice : l'indice de diversité linguistique de Terralingua (Harmon et Loh, 2010; CBD, s.d.). Le programme Systèmes de savoirs locaux et autochtones (LINKS) de l'UNESCO⁸ vise à « promouvoir les savoirs locaux et autochtones et leur intégration dans les processus scientifiques et politiques mondiaux en matière climatique » (UNESCO, 2021a). Toutefois, comme le notent El Bah et Scott (2022) dans la première évaluation de ce programme, il n'existe pas encore d'indicateurs de rendement publiés ou de cibles permettant de mesurer la réussite des objectifs du programme.

8 Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture.

Encadré 5.2 Évaluations du savoir autochtone réalisées par la communauté, adaptées à la culture et pertinentes

Comme pour les travaux scientifiques publiés dans des revues locales, dans des ouvrages et dans des langues autres que l'anglais, les facteurs relatifs à la production de connaissances et au renforcement des capacités dans d'autres systèmes de connaissances — tels que le savoir autochtone — doivent reconnaître le caractère inadéquat des indices existants et s'efforcer de trouver ou de concevoir des indicateurs culturellement appropriés et pertinents. C'est un défi, car ces indicateurs seront, par nature, géographiquement spécifiques et représentatifs d'une identité culturelle. Les systèmes et processus existants ne pourront pas non plus être adaptés à cette tâche, car ces indicateurs ne seront intéressants et appropriés que si leur conception et leur définition sont menées par les communautés elles-mêmes. Toutefois, l'utilité des évaluations dépend de l'exhaustivité des ensembles d'indicateurs utilisés pour traduire les facteurs pertinents pour la communauté touchée. Les indicateurs culturellement appropriés permettent d'accorder aux renseignements qu'ils représentent une attention au moins égale à celle d'autres facteurs sociaux, économiques et environnementaux lors de la prise de décision.

(Morgan *et al.*, 2021)

5.1.2 Impact

Outre les mesures de rigueur et de productivité, les données bibliométriques peuvent servir d'indicateur de la valeur pour l'entreprise scientifique de la recherche publiée et de son impact. En ce qui concerne les chercheurs individuels, les publications dans des domaines qui s'écartent de leur champ d'expertise antérieur signalent une innovation et une nouveauté (Fontana *et al.*, 2018; Hall et Jaffe, 2018). De même, le nombre de citations est incontestablement un indicateur de la production de connaissances dans la mesure où il représente l'utilité d'une publication pour les travaux d'autres scientifiques (Wang, 2016). Cependant, les analyses de réseaux de citations qui se penchent à la fois sur les références d'un article et sur ses propres citations constituent une méthode plus efficace de mesure de l'originalité à l'aide de données bibliométriques (Shibayama et Wang, 2020). Les mêmes réserves concernant l'utilisation des données bibliométriques pour évaluer la rigueur scientifique — telles que les questions d'inclusivité et de pertinence dans différents domaines — s'appliquent toutefois à l'évaluation de l'impact.

Les taux de citations sont des mesures extrêmement courantes, mais imparfaites, de l'impact

Teplitskiy *et al.* (2022) démontrent une relation positive entre le nombre de citations reçues par un article et son influence sur divers aspects de la recherche, comme le choix de la théorie, de la méthode ou du sujet de recherche. Toutefois, il ne s'agit pas d'une relation égalitaire, les articles les plus cités ayant une influence disproportionnée, comme l'a prouvé une enquête menée auprès de plus de 9 000 scientifiques dans 15 différents domaines, à qui on a demandé la raison pour laquelle ils avaient cité deux articles particuliers dans leur propre article de recherche (Teplitskiy *et al.*, 2022).

Lorsque l'influence est mesurée par l'analyse linguistique, la relation entre les taux de citations se vérifie également, bien qu'elle comporte beaucoup de bruit (Gerow *et al.*, 2018). La corrélation entre l'influence et le nombre de citations dans les analyses textuelles est cohérente, mais relativement faible — entre 0,2 et 0,4 (examiné dans Clancy, 2022). Les articles fortement cités apparaissent également plus fréquemment dans les brevets et les rapports gouvernementaux (Poegel *et al.*, 2019; Yin *et al.*, 2021), bien que, comme l'explique Clancy (2022), des facteurs autres que la pertinence — tels que la découvrabilité et l'importance du chercheur — contribuent probablement à cette corrélation. Les brevets qui mentionnent des articles très cités ont eux-mêmes plus de valeur, comme le montrent la fréquence à laquelle le brevet est ensuite cité dans d'autres brevets et l'évolution du cours des actions après la délivrance d'un brevet (Poegel *et al.*, 2019). Krieger *et al.* (2022) constatent que les brevets qui sont plus proches de la science (c.-à-d. qui citent directement la recherche, qui citent un brevet qui cite directement la recherche, qui citent un brevet qui cite un brevet qui cite directement la recherche, et ainsi de suite) ont également tendance à avoir plus de valeur, d'après la mesure des variations du cours des actions; ils ont également tendance à être plus nouveaux, la nouveauté étant également associée à la valeur des brevets. Cependant, comme le notent Tahamtan et Bornmann (2019), les articles sont cités dans les publications pour une multitude de raisons et, sans prise en considération du contexte de la citation, de l'utilisation dans le document citant, de la polarité ou de l'analyse sémantique ou linguistique, les taux de citations peuvent être moins utiles comme indicateurs de l'impact ou de la valeur.

Les décalages temporels sont un autre élément important à prendre en compte lorsque l'on utilise les citations comme indicateurs d'impact. Il semble qu'il faille environ 20 ans pour que l'impact de la recherche scientifique se manifeste par des gains de productivité (Adams, 1990; Baldos *et al.*, 2018); Marx et Fuegi (2020) constatent un décalage moyen de 17 ans entre la date de publication d'un article scientifique et la date de dépôt du brevet qui le cite. Ce décalage diffère d'un domaine à l'autre, le plus court étant d'environ 7 ans en moyenne pour les matériaux et l'informatique, par exemple, et le plus long de plus de 20 ans (pour les mathématiques) (Ahmadpoor et Jones, 2017).

Les indicateurs d'impact sociétal sont un domaine de recherche en pleine évolution

La valeur sociétale de la recherche est un élément de plus en plus important de l'excellence scientifique dans l'évaluation de la recherche (Zheng *et al.*, 2021). Les impacts sociétaux comprennent les avantages pour les utilisateurs — tels que l'amélioration de l'efficacité, de l'efficience ou des expériences — dans divers champs de recherche (p. ex. services de santé, traitements médicaux, diagnostics, enseignement et éducation ou systèmes juridiques) (voir Zheng *et al.*, 2021). Les études de cas sont utilisées comme sources de données pour mesurer l'impact de la recherche par le biais de l'analyse de contenu et de l'exploration de texte (Zheng *et al.*, 2021).

Outre les études de cas, on a conçu des indicateurs d'impact alternatifs (*altmetrics*) pour évaluer l'impact sociétal de la recherche (Gunn, 2013; Piwowar, 2013). Ces indicateurs alternatifs comprennent la mesure des interactions avec des articles de recherche en ligne autres que les citations directes, comme les téléchargements, les clics, les mentions « J'aime » et les partages (Fenner, 2013). Ils permettent de mesurer l'impact au-delà de la science et des publications scientifiques, plus rapidement qu'avec les citations universitaires, à partir de données relativement accessibles (Wouters et Costas, 2012). L'interprétation des indicateurs d'impact alternatifs comporte cependant certains problèmes potentiels, comme la distorsion créée par les incitations sur les plateformes commerciales de médias sociaux, le manque de qualité des données et le risque de manipulation (Bornmann, 2014).

Il existe toute une variété d'outils permettant d'évaluer l'excellence à l'aide d'un ensemble d'indicateurs

Une application Web, excellencemapping.net, permet de visualiser le rendement des établissements mesurés par les données de Scopus et de Mendeley, tout en contrôlant des facteurs tels que la taille de la population, le revenu national brut par habitant, le nombre d'établissements, la croissance économique moyenne et le niveau de corruption perçu dans un pays (Bornmann *et al.*, 2021). On dispose également de SciVal, un outil d'Elsevier qui permet d'accéder à des données sur le rendement de la recherche agrégées à l'échelle du centre de recherche et du chercheur (SciVal, 2023). La série *Rapports de l'UNESCO sur la science* propose une vue d'ensemble des systèmes de STIC à l'échelle planétaire tous les cinq ans environ, qui comporte les principales tendances émergentes et des profils par pays (UNESCO, 2021b, 2023), tandis que *Science, technologie et innovation : Tableau de bord de l'OCDE* fournit une variété d'indicateurs de la qualité de la recherche agrégés au niveau national et supérieur (p. ex. G20, Union européenne et pays de l'OCDE) (OCDE, 2022h). Ces outils comprennent la mesure des résultats des

publications, des publications dans les 10 % les plus citées, de la collaboration internationale et de la mobilité internationale. Les données sont également disponibles pour certains domaines et fournissent une indication de la production et de l'impact de la recherche par domaine, comme l'informatique, l'IA, la virologie et les maladies infectieuses. Par exemple, en 2021, le Canada a publié 15,7 % des 10 % des publications les plus citées au monde en informatique, 13,4 % en IA et 9,3 % en virologie (OCDE, 2022h).

5.2 Science ouverte

La *science ouverte* est « la pratique qui consiste à rendre les intrants, les résultats et les processus scientifiques librement accessibles à tout le monde avec un minimum de restrictions » (BCSC, 2020). Le principe qui sous-tend ce mouvement est le partage libre et facile des données scientifiques, le plus rapidement possible dans le processus de recherche (Mayer, 2020). Le terme « science ouverte » est un terme large et évolutif, qui peut englober une variété d'activités à tous les stades du processus scientifique, y compris l'accès libre aux publications, aux données et méthodes de recherche, aux logiciels, aux infrastructures, aux ressources éducatives, à l'évaluation et à la science citoyenne (CE, 2016; Mayer, 2020).

Le gouvernement du Canada s'est engagé à « rendre la science financée par le fédéral ouverte en aidant à générer des idées de recherche, en rendant les données et les publications facilement accessibles et en rendant la recherche compréhensible et utile » (GC, 2022j). En 2020, le Bureau de la conseillère scientifique en chef a publié sa *Feuille de route pour la science ouverte*, qui recommande d'élaborer une stratégie de science ouverte pour la recherche menée en dehors des organismes du gouvernement fédéral et souligne l'importance de surveiller le contexte international (BCSC, 2020). En ce qui concerne les partenariats internationaux en STIC, l'engagement du gouvernement du Canada en faveur de la science ouverte, ainsi que les preuves que les pays plus ouverts produisent également une recherche qui a plus d'impact (Wagner et Jonkers, 2017), témoigne de l'intérêt de tenir explicitement compte des indicateurs de science ouverte en tant qu'éléments d'un cadre décisionnel.

5.2.1 Principes FAIR

La mise en pratique d'un engagement en faveur de la science ouverte comprend, par exemple, l'adhésion aux principes FAIR, selon lesquels les données doivent être *faciles à trouver*, *accessibles*, *interopérables* et *réutilisables* (BCSC, 2020). La Politique des trois organismes sur le libre accès aux publications exige que les bénéficiaires de subventions veillent à ce que toutes leurs publications dans des revues évaluées par des pairs et portant sur la recherche financée par les IRSC, le

CRSNG ou le CRSH soient rendues librement accessibles — soit au moyen de mécanismes de publication en libre accès, soit par l'hébergement de la publication dans un dépôt en ligne — dans les 12 mois (GC, 2016). Les bénéficiaires de fonds des IRSC sont en outre tenus de faire en sorte que les données de recherche concernant les publications soient téléchargées dans les bases de données publiques appropriées (p. ex. les séquences de gènes dans GenBank) et que les ensembles de données originaux soient conservés pendant au moins cinq ans après la fin de la période de subvention (GC, 2016).

Les ministères et organismes fédéraux à vocation scientifique ont également élaboré des plans d'action en faveur de la science ouverte (GC, 2022j). Ces plans sont mis en balance avec les politiques, lois et règlements actuels qui traitent de la gestion de l'information, comme la *Loi sur l'accès à l'information* et la *Loi sur la protection des renseignements personnels* fédérale (BCSC, 2021b), les directives sur la divulgation de renseignements commerciaux confidentiels (p. ex. GC, 2019) et les critères de sécurité correspondant à la nature de la recherche menée (p. ex. MDN et FAC, 2021).

Il existe un nombre croissant d'indicateurs et de sources de données scientifiques ouvertes

Les publications de recherche en libre accès sont peut-être l'indicateur le plus développé de la science ouverte, avec l'appui des données sur les publications accessibles au moyen d'outils tels que le Directory of Open Access Journals (DOAJ, 2023) et unpaywall.org (Unpaywall, s.d.). Les ensembles de données sur la science ouverte combinent les données bibliométriques qui mesurent les publications dans les revues en libre accès, les renseignements sur le financement et des indicateurs sur les données, le code et le matériel ouverts, afin d'offrir une idée des pratiques dans ce domaine (Smith *et al.*, 2016; Open Science Monitor, 2019; Public Library of Science, 2022). Par exemple, l'ensemble de données Open Science Indicators contient des renseignements sur 61 000 articles de recherche publiés dans la Public Library of Science (PLOS), environ 6 500 articles de comparaison publiés en dehors de la PLOS et des renseignements sur le partage des données (c.-à-d. les données accessibles dans des dépôts en ligne), le partage de codes et la diffusion de prépublications (Public Library of Science, 2022). Ces indicateurs sont pensés pour concorder avec les principes FAIR de la science ouverte (tableau 5.3).

Tableau 5.3 Mesures des indicateurs de science ouverte de la PLOS et principes FAIR

Indicateurs de science ouverte concordant avec les principes FAIR			
Exigences concernant l'indicateur de science ouverte	Facile à trouver	Accessible	Interopérable et réutilisable
Exigences essentielles	<ul style="list-style-type: none"> • Résultat détectable • Identifiant unique 	<ul style="list-style-type: none"> • Type d'emplacement • Nom de l'emplacement 	<ul style="list-style-type: none"> • Qualité et exhaustivité • Renseignements sur les licences
Exigences souhaitables	<ul style="list-style-type: none"> • Résultat produit • Résultat réutilisé 	<ul style="list-style-type: none"> • Conditions d'accès 	

Source : Hrynaszkiewicz (2022)

Dans l'Union européenne, l'Open Science Monitor (2019) élabore et affine des indicateurs. Ces indicateurs comprennent ceux concernant le libre accès — tels que la proportion de revues, d'articles et de bailleurs de fonds soutenant la publication en libre accès — et l'attitude des chercheurs à l'égard de son utilisation (Smith *et al.*, 2016). Les sources de données comprennent la plateforme OpenAIRE et le tableau de bord européen de l'innovation (Smith *et al.*, 2016). Les indicateurs de données ouvertes comprennent la proportion de bailleurs de fonds dotés de politiques promouvant la publication ouverte des ensembles de données, les études de cas d'utilisation, l'attitude des chercheurs et le nombre de dépôts de données (p. ex. le registre re3data.org) (Smith *et al.*, 2016; re3data, 2023). Des pratiques de communication telles que la diffusion de prépublications, l'enregistrement d'études, la publication de correctifs et d'errata, l'examen ouvert par les pairs et les indicateurs alternatifs peuvent également être utilisées comme indicateurs de la science ouverte (Smith *et al.*, 2016).

Il a des conflits entre la science ouverte et la souveraineté des données autochtones

L'article 31 de la Déclaration des Nations Unies sur les droits des peuples autochtones (DNUDPA) stipule que les peuples autochtones ont le droit de « préserver, de contrôler, de protéger et de développer leur patrimoine culturel, leur savoir traditionnel et leurs expressions culturelles traditionnelles ainsi que les manifestations de leurs sciences, techniques et culture » (GC, 2021a). Le Canada est signataire de la DNUDPA; à ce titre, il s'engage à prendre « des mesures efficaces pour reconnaître ces droits et en protéger l'exercice » (GC, 2021a). Le mouvement pour la

souveraineté des données autochtones est une manifestation de l'article 31 et affirme, par la pratique de la gouvernance des données, le droit de contrôler la conception, la collecte, l'interprétation, la gestion, la diffusion et la réutilisation des données provenant des peuples autochtones ou qui les concernent (Walter et Suina, 2019).

Se référant aux déclarations de la Global Indigenous Data Alliance, Oguamanam (2019) souligne le conflit entre les principes FAIR du mouvement des données ouvertes et la souveraineté des données autochtones : il y a peu de passerelles entre la promotion de données faciles à trouver, accessibles, interopérables et réutilisables et l'appui aux pouvoirs des peuples autochtones à contrôler les données concernant leur territoire, leurs terres, leurs connaissances et leur langue (Oguamanam, 2019). Or, cet appui respecte les principes CARE de la gouvernance des données autochtones, en vertu desquels l'utilisation des données autochtones doit procurer un avantage *collectif*, respecter le *pouvoir* des peuples autochtones de contrôler leurs données, respecter la *responsabilité* de mener des relations respectueuses avec les communautés et refléter l'*éthique* des peuples autochtones (Carroll *et al.*, 2021). Les principes FAIR et CARE ne sont pas exclusivement en conflit (Carroll *et al.*, 2021); les projets de recherche et, par extension, les partenariats internationaux en STIC, doivent s'engager à l'égard des deux lorsqu'ils incluent des données autochtones.

5.2.2 Collaboration

Les collaborations internationales sont motivées par la possibilité de travailler avec des chercheurs sélectionnés et des perspectives diverses, de réaliser des gains de créativité et d'efficacité et d'accéder à la science « invisible », c'est-à-dire à la recherche produite et publiée dans des langues ou des revues qui ne sont généralement pas saisies dans les bases de données de résumés et de citations (Wagner, 2018). La copublication peut servir d'indicateur indirect de la collaboration scientifique (Niu, 2014). En effet, on a constaté que les articles de recherche dont les coauteurs proviennent de plusieurs pays bénéficient de taux de citations plus élevés que ceux dont les coauteurs proviennent du même pays, ce qui porte à croire que l'impact est plus important lorsque la recherche s'effectue au moyen d'une collaboration internationale (Wagner, 2018).

La copublication est un indicateur largement utilisé de la collaboration scientifique

La mesure de la collaboration scientifique au moyen de la copublication comme indicateur de substitution, combinée à d'autres indicateurs, peut aider les acteurs à prédire la valeur d'un partenariat futur ou actuel (Niu, 2014). Par exemple, Chinchilla-Rodríguez *et al.* (2018) classent les pays en fonction des coauteurs combinés, du volume et du classement des publications et de l'étendue de la collaboration et de

la mobilité internationales, afin de mieux comprendre les relations scientifiques. Les mesures de la copublication sont tirées des mêmes ensembles de données bibliométriques que ceux utilisés pour mesurer l'excellence (section 5.1).

5.3 Talents

Si l'amélioration de la capacité scientifique du Canada est l'un des résultats souhaités des partenariats internationaux en STIC, il faut également tenir compte de la mobilité des chercheurs et des détenteurs de connaissances canadiens, ainsi que des moyens d'attirer et de retenir les talents au Canada. La diaspora des chercheurs canadiens est représentative de la diplomatie du savoir en raison de sa mobilité dans l'enseignement supérieur; toutefois, la mobilité de la main-d'œuvre, en particulier dans le secteur de la haute technologie, joue également un rôle important (Stackhouse, 2020; Lilly, 2021). Stackhouse (2020) appelle à la mobilisation de cette diaspora pour promouvoir les valeurs canadiennes dans le monde entier, notamment les principes démocratiques et juridiques, la paix, l'ordre et le bon gouvernement. La mobilité peut également accroître la capacité scientifique du Canada grâce à l'immigration et à l'attraction du potentiel de recherche et de l'expertise établie. Par exemple, les inventeurs immigrés ont un effet considérable sur le brevetage dans les nouvelles sous-classes technologiques (c.-à-d. les domaines qui n'avaient pas connu de brevetage jusque-là à l'endroit concerné) (Bahar *et al.*, 2020). Cela résulte à la fois directement du brevetage effectué par les nouveaux arrivants et de l'influence indirecte de ces derniers sur le brevetage par les inventeurs résidents, par le biais des retombées de connaissances localisées (Diodato *et al.*, 2022).

5.3.1 Potentiel du réseau

Il existe de nombreuses façons de quantifier la main-d'œuvre nécessaire à la transformation des intrants en connaissances et en produits de STIC innovants (Hall et Jaffe, 2018). Le nombre de diplômés en sciences, technologie, génie et mathématiques (STGM) est un indicateur national de premier plan de la main-d'œuvre qualifiée dans les domaines correspondant à la STIC (Bain et Cummings, 2021). Cet indicateur a été étendu pour inclure les sciences humaines afin de saisir la main-d'œuvre contribuant à l'innovation sociale (Bain et Cummings, 2021). Les mesures de la formation requises pour évaluer un programme peuvent inclure des paramètres plus vastes, comme le nombre de personnes ayant suivi une formation appropriée en savoir autochtone et traditionnel, une formation professionnelle ou en gestion (Dziallas et Blind, 2019; CNUCED, 2020). Toutefois, de nombreuses mesures standard utilisées dans cette catégorie peuvent ne pas tenir compte de l'éducation informelle, comme la formation en cours d'emploi.

Diverses mesures concernant l'enseignement supérieur peuvent indiquer le potentiel du personnel hautement qualifié à contribuer à l'écosystème des connaissances (p. ex. le suivi d'études supérieures, le nombre de nouveaux doctorats décernés ou les taux d'achèvement et d'obtention de diplômes) (Hall et Jaffe, 2018; Shen et Luo, 2021). Une mesure similaire, mais plus globale, est le personnel de R-D total (Shen et Luo, 2021). Ces données sont essentielles pour connaître la capacité en STIC, mais aussi pour normaliser les indicateurs d'intrants afin d'évaluer les investissements en R-D par personne (Song et Oh, 2015).

5.3.2 Expertise

Les chercheurs au Canada peuvent avoir accès à des domaines d'expertise divers et divergents par le biais de partenariats internationaux en STIC, ce qui constitue un autre avantage potentiel. Le comité d'experts note qu'on peut évaluer les partenariats en fonction de leur capacité à procurer une expertise dans la recherche qui a une incidence directe sur la vie de la population canadienne, comme la recherche sur la maladie de Lyme et d'autres maladies transmises par les tiques ou sur le génie des matériaux pour les climats froids. Les indicateurs d'excellence, tels que les indices de citations et de publications évoqués à la section 5.1, constituent un ensemble de paramètres permettant de mesurer l'expertise. Il est également possible de déterminer l'expertise dans un domaine par l'analyse des réseaux sociaux et l'analyse sémantique des publications, qui visent à quantifier l'influence individuelle des chercheurs (Zhu *et al.*, 2022). De nouvelles méthodes en cours de raffinement, comme la technique de la décomposition tensorielle, sont également appliquées à la mesure du rôle de chercheurs individuels dans les réseaux scientifiques étendus (Zhu *et al.*, 2022). Pour les possibilités de partenariat ciblant des domaines particuliers, des technologies émergentes ou d'autres spécialités, ces méthodes permettent une évaluation fine de l'influence et de l'expertise d'un individu ou d'une organisation.

La contribution à des organismes scientifiques ou de recherche peut être un signe d'influence

La contribution à des organismes intergouvernementaux ou mondiaux, ou l'appartenance à des conseils ou à des comités, peut être un indicateur de la qualité de la recherche dans un domaine ou pour un ensemble de problèmes particuliers. Elle peut également indiquer une influence au moins nominale à l'échelle internationale. Elle peut signifier que des scientifiques, à titre individuel, siègent à des conseils d'administration ou participent à des réunions internationales, ou que le pays d'origine accueille un secrétariat. Par exemple, Montréal accueille les secrétariats de la Convention sur la diversité biologique (CDB, 2013), du Fonds multilatéral pour l'application du Protocole de Montréal (Fonds multilatéral, 2022) et de l'Institut de statistique de l'UNESCO (ISU, 2022).



Ce que nous avons entendu

Les membres des organismes de STIC interrogés considèrent que la formation d'organismes internationaux, la contribution à ces organismes et la définition de leur programme et de leurs objectifs sont révélatrices de l'influence du Canada sur la scène mondiale et un moyen nécessaire de faire progresser les valeurs canadiennes à l'échelle internationale.

Les mécanismes formels au carrefour entre la science et la politique (p. ex. le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, ou GIEC) comptent parmi les formes les plus avancées de la diplomatie éclairée par la science; ils fournissent aux négociations et aux processus décisionnels publics des inventaires et des synthèses des connaissances disponibles et peuvent apporter des évaluations indépendantes et fondées sur des données probantes des options politiques (Ruffini, 2017). Les conseils internationaux constituent le dispositif par lequel la science guide la diplomatie, tandis que les conventions internationales représentent l'un des principaux résultats de la science sur la politique (Ruffini, 2017).

L'influence des données probantes scientifiques sur les décisions politiques peut être indicative de la pertinence de l'expertise

La science et la diplomatie scientifique éclairent également les décisions politiques. L'indicateur ultime de l'efficacité de la diplomatie scientifique est l'adoption de politiques fondées sur la science. L'ensemble le plus délicat de résultats concernant la diplomatie scientifique demande de mesurer comment la science soutient les relations diplomatiques, où la science est le moyen par lequel des relations normales ou positives sont maintenues (Ruffini, 2017). Des canaux diplomatiques fonctionnels peuvent indiquer des voies vers des partenariats fructueux, tandis que des progrès significatifs dans le domaine de la diplomatie scientifique peuvent guider des relations productives avec des alliés et des adversaires, et servir d'indicateurs de succès intermédiaires vers des objectifs économiques et de résilience.

Les indicateurs tirés d'évaluations de l'élaboration de politiques éclairées par les données probantes dans le domaine de la santé publique peuvent être largement applicables à d'autres domaines (Tudisca *et al.*, 2018). Par exemple, les indicateurs de politiques fondées sur des données probantes utilisés en santé publique relèvent de quatre domaines thématiques : les ressources humaines, la documentation, la communication et la participation, ainsi que le suivi et

l'évaluation. En ce qui concerne les ressources humaines, on trouve des indicateurs tels que le nombre de parties prenantes travaillant à la politique, le nombre de partenariats avec des centres de recherche et les mesures de la participation des chercheurs à l'élaboration de la politique. En ce qui concerne les indicateurs de documentation, on peut citer la réalisation d'un examen des publications scientifiques, les citations utilisées dans la politique et les documents d'accompagnement, la publication de notes d'information sur la politique et les rapports sur les résultats de cette politique. Les indicateurs de communication et de participation portent, eux, sur le dialogue, la consultation et la diffusion de renseignements aux parties prenantes, aux chercheurs et aux groupes vulnérables. Enfin, les indicateurs de suivi et d'évaluation permettent de déterminer si des évaluations ont lieu et, le cas échéant, si une politique a atteint ses objectifs. Ces évaluations peuvent également constituer une source de données probantes pour l'élaboration de futures politiques (Tudisca *et al.*, 2018).

L'incidence des données probantes scientifiques sur la santé publique peut être directement mesurée par la prévalence des maladies, les taux de vaccination et l'adoption de lignes directrices en matière de santé publique (Tudisca *et al.*, 2018; Buffardi *et al.*, 2020). Cependant, dans de nombreux cas, l'influence des données probantes scientifiques sur les politiques peut être difficile à déterminer, en particulier en raison de l'étendue des influences concurrentes sur la prise de décision gouvernementale (p. ex. les pressions sociales et économiques, la disponibilité des ressources, les orientations politiques générales et la capacité de mise en œuvre); de plus, les outils standard d'évaluation de la recherche excluent l'engagement politique (Tudisca *et al.*, 2018; Williams, 2022). L'élargissement des techniques bibliométriques afin d'inclure des mesures de l'influence de la recherche telles que les résultats liés à la politique (p. ex. les notes de recherche et les documents de politique) et des renseignements contextuels supplémentaires (p. ex. le nombre de vues et de téléchargements) peut témoigner de cette incidence de manière plus précise (Williams, 2022).

5.3.3 Mobilité

La recherche scientifique s'étend souvent au-delà des frontières nationales. La science elle-même est sans doute un système en réseau international (Wagner, 2008) et la collaboration n'a cessé de croître ces deux dernières décennies (Wagner, 2018). Les étudiants des cycles supérieurs, les postdoctorants et les chercheurs sont généralement très mobiles, une tendance qui est souvent explicitement encouragée par la compétitivité relative des candidats possédant une expérience internationale (ou, au moins, une expérience dans différents établissements universitaires) pour les postes de la filière de permanence (Stephan, 2012). Cette mobilité des travailleurs hautement qualifiés facilite

la diffusion des connaissances et stimule le rendement en matière d'innovation (OCDE, 2008), et les universitaires mobiles sont ceux qui ont le plus d'impact à l'échelle mondiale (Sugimoto *et al.*, 2017). Les données bibliométriques et les données sur la migration internationale, comme celles recueillies par l'OCDE et la Banque mondiale, peuvent aider à mesurer la mobilité de la main-d'œuvre en STIC (Sugimoto *et al.*, 2017; IMI, 2023). Il est ensuite possible d'utiliser ces analyses pour déterminer les effets de politiques sur la collaboration internationale (Chinchilla-Rodríguez *et al.*, 2018).

Les contraintes à la mobilité internationale peuvent être le signe d'un plus faible potentiel de réussite

À l'échelon individuel, la mobilité peut être fonction d'une variété de facteurs sans rapport avec la capacité scientifique (p. ex. engagements familiaux); cependant, au niveau de l'organisation ou du pays, les contraintes à la mobilité peuvent être révélatrices d'obstacles à la réussite des partenariats internationaux en STIC. La collaboration internationale et la mobilité des scientifiques sont favorisées par divers appareils diplomatiques, notamment les ambassades et les consulats, qui diffusent des renseignements sur les bourses et des avis de recrutement, les conseillers et attachés scientifiques, qui facilitent les contacts au sein de la diaspora scientifique, les services d'immigration et de délivrance de visas, et le financement offert par les ministères de la Recherche et des Affaires étrangères destiné à soutenir les partenariats internationaux et la mobilité (Ruffini, 2017).

Cependant, la mobilité internationale est soumise à des tendances plus vastes dans l'environnement politique et géopolitique (OCDE, 2008; Chinchilla-Rodríguez *et al.*, 2018), tandis que la perte des relations diplomatiques et l'élimination des appareils connexes peuvent arrêter ou empêcher la coopération scientifique. Par exemple, l'imposition de sanctions à la Russie à cause de la guerre en Ukraine a eu un impact sur les études du flux de carbone dans l'Arctique sur une vaste étendue géographique — études qui étaient menées par un consortium international de scientifiques spécialistes du pergélisol (Baker, 2022). Cette coopération scientifique est facilitée par le Conseil de l'Arctique, un forum intergouvernemental qui promeut la coopération dans cette région. En raison de cette guerre, le Canada, le Danemark, la Finlande, l'Islande, la Norvège, la Suède et les États-Unis y ont suspendu leur participation (Baker, 2022). D'autres politiques — par exemple, les interdictions de déplacement, comme celle imposée par les États-Unis en 2017, ou la dégradation des liens diplomatiques entre le Royaume-Uni et l'Union européenne — peuvent également influencer sur la mobilité des universitaires (Sugimoto *et al.*, 2017; Chinchilla-Rodríguez *et al.*, 2018).

5.4 Infrastructure

Un autre élément à prendre en compte dans l'évaluation des partenariats en STIC potentiels est l'originalité ou l'accès à l'infrastructure qu'un partenariat peut apporter. Il peut s'agir de l'accès à un emplacement géographique, à des installations de mégascience, à des équipements spécialisés, à des réseaux d'expertise ou à des fonds de recherche qui ne sont pas disponibles au niveau national. Cependant, l'unicité seule n'est pas la seule valeur de l'accès à l'infrastructure — la complémentarité peut créer des redondances utiles, offrir des possibilités de répllication expérimentale ou exploiter un réseau existant qui ajoute une perspective aux efforts de recherche en cours. Alors que les indicateurs quantitatifs, tels que concernant les lieux et les établissements, peuvent être pertinents pour les grandes installations scientifiques, car la pondération accordée à l'accès à ces installations se prête à un jugement et à un raisonnement qualitatifs.

5.4.1 Emplacement

Il n'existe pas d'indicateur unique permettant d'évaluer la pondération attribuée à un lieu donné, ce genre d'évaluation étant généralement qualitative et reflétant une logique de choix d'un endroit par rapport à un autre. Cela dit, la justification d'un lieu peut être étayée par des données telles que la taille de la diaspora scientifique canadienne dans une région, le nombre de relations existantes ou d'engagements en matière de financement et l'existence d'investissements philanthropiques ou autres (p. ex. infrastructure ou personnel). Par exemple, les centres d'innovation scientifique sont des établissements bâtis dans des pays étrangers pour faciliter les relations en matière de STIC, soit par l'appui à la diaspora soit conformément à une stratégie de politique étrangère (encadré 5.3).

Encadré 5.3 Centres d'innovation scientifique

Epping (2020) examine la mise sur pied et le déploiement des centres d'innovation scientifique (CIS) en Allemagne et en Suisse ces 20 dernières années. Les centres allemands de recherche et d'innovation (Deutschen Wissenschafts- und Innovationhäuser, ou DWIH) disposent de CIS au Brésil, en Inde, au Japon, en Russie et aux États-Unis, lesquels cherchent à soutenir les exercices de réseautage internationaux et à promouvoir le système allemand d'innovation scientifique à l'étranger. Ils sont gérés conjointement par le ministère fédéral des Affaires étrangères et le ministère fédéral de l'Éducation et de la Recherche. Les DWIH ont été lancés en 2009 et explicitement conceptualisés comme faisant partie d'une nouvelle ligne de politique étrangère appelée « recherche et relations universitaires ».

La Suisse a également recours à des CIS (Swissnex) pour réaliser ses objectifs de politique étrangère en science, technologie et information. En 2000, le gouvernement suisse a reconnu l'existence d'une fuite des cerveaux de scientifiques et d'entreprises vers les États-Unis, et plus particulièrement vers la région de Boston. Il a alors créé la Swiss House for Advanced Research and Education (SHARE) dans cette région (aujourd'hui Swissnex Boston) afin de permettre aux membres de la diaspora de se rencontrer et de rester en contact avec leur pays d'origine. Les centres Swissnex sont gérés conjointement par le Département fédéral des affaires étrangères et le Secrétariat d'État à la formation, à la recherche et à l'innovation. Depuis 2000, des maisons et des antennes Swissnex ont été ouvertes ailleurs aux États-Unis, ainsi qu'au Brésil, en Chine, en Inde et à Singapour.

Le programme Swissnex a été conçu dans une logique ascendante, dans le but de reconnaître et de renforcer un réseau existant (c.-à-d. les immigrés suisses de Boston). Il s'est ensuite développé pour faciliter l'échange d'entreprises d'enseignement supérieur et scientifique — et pour faire la promotion à l'international de la Suisse en tant qu'acteur clé dans les domaines de l'éducation, de la recherche et de la science — grâce à l'ouverture progressive de CIS dans le monde entier. En revanche, les DWIH allemands ont été pensés selon une logique descendante, avec l'ouverture simultanée de CIS dans plusieurs pays dans le cadre d'une stratégie de politique étrangère explicite, fortement ancrée dans le système national et incluant un grand nombre d'acteurs stratégiques. Bien que Swissnex ait été conçu à l'origine comme un « consulat scientifique » distinct de la diplomatie classique, les DWIH et Swissnex sont désormais explicitement définis comme des instruments diplomatiques, dont les objectifs déclarés sont de faciliter le dialogue et la coopération internationale.

(Epping, 2020)

La participation aux traités et conventions régissant les biens communs mondiaux et les territoires internationaux (p. ex. le Traité sur l'Antarctique) offre aux scientifiques la possibilité d'accéder à des sites géographiques uniques (Berkman, 2019). Par exemple, le Canada collabore avec l'Agence spatiale européenne depuis les années 1970 (ASC, 2019a). Cette collaboration a été officialisée en 1979 par la signature du premier accord de coopération, qui a été renouvelé en 1984, 1989, 2000, 2012 et, plus récemment, en 2019. Si cet accord a permis des avancées dans les domaines de l'exploration et de la science spatiales, il a également procuré des avantages aux entreprises canadiennes et affirmé le leadership canadien en matière d'observation de la Terre et des communications par satellite — avec, par exemple, le succès de la mission Swarm et des déploiements réussis des satellites PROBA-2 et SMOS (satellite de cartographie de la salinité de la surface des océans) (ASC, 2019a).

5.4.2 Établissements

L'examen de l'excellence et du talent scientifiques au sein des possibilités de partenariats internationaux a pour corollaire la qualité des établissements hébergés dans un pays ou un lieu donné. Les classements des établissements de recherche reposent souvent sur les mêmes indicateurs bibliométriques que ceux établis au niveau individuel ou national (section 5.1). Toutefois, certains indicateurs composites peuvent s'avérer utiles lorsqu'ils sont examinés sous l'angle institutionnel, comme le classement de Leyde (basé sur les données de Web of Science), le classement mondial des universités QS (qui comprend des données d'enquête et des analyses de l'impact environnemental et social), le classement mondial des universités de Times Higher Education (qui repose sur des données d'enquête et des statistiques institutionnelles) et le classement des universités mondiales (qui inclut des indicateurs de récompenses ainsi que des données bibliométriques) (ShanghaiRanking, 2021; CWTS Leiden Ranking, 2022; Times Higher Education, 2022; QS Top Universities, 2023).

5.4.3 Installations

Le soutien aux collaborations scientifiques internationales semble être une application relativement simple des outils de la diplomatie politique (p. ex. la négociation de conventions et d'accords entre États) et une réalisation majeure de la diplomatie scientifique (Davis et Patman, 2015). Par exemple, la construction et l'exploitation d'infrastructures de recherche à grande échelle — telles que le Grand collisionneur de hadrons, la Station spatiale internationale et le Square Kilometre Array — constituent des succès reconnaissables de la diplomatie scientifique mondiale (Davis et Patman, 2015), tout comme les traités et

conventions régissant les biens communs mondiaux et les territoires internationaux (Berkman, 2019). Lorsque l'objectif est la coopération scientifique par la construction d'intérêts communs, la diplomatie peut faciliter les négociations et contribuer à ces succès (Davis et Patman, 2015; Berkman, 2019).



Ce que nous avons entendu

Pour de nombreux organismes canadiens de STIC, l'accès et la participation à des recherches internationales à grande échelle sont un indicateur d'un partenariat fructueux parce qu'il fournit de nouvelles capacités de recherche aux chercheurs. Cette participation est également une mesure du succès intermédiaire, car elle débouche souvent sur une collaboration plus poussée.

5.5 Autres éléments à considérer

Les éléments des avantages pour le Canada concernant la capacité scientifique et la production de connaissances — mais qui ne sont pas nécessairement pris en compte par les indicateurs et les mesures mentionnés précédemment — incluent le rôle des partenariats en STIC dans l'avancement des relations internationales (c.-à-d. la diplomatie scientifique), l'EDI et le savoir autochtone.

5.5.1 Diplomatie scientifique

La diplomatie scientifique peut être comprise plus simplement comme un ensemble de pratiques par lesquelles les chercheurs et les diplomates interagissent (Ruffini, 2017). Ce concept englobe différents types d'actions, de négociations et d'instruments politiques (Johnston, 2012); ainsi, la diplomatie scientifique peut soutenir la création et le développement de partenariats internationaux en STIC. Cependant, elle peut également être un outil de résolution de conflit et de construction d'intérêts communs dans le but plus large de promouvoir la coopération (Berkman *et al.*, 2022b). Pour atteindre ces objectifs, les pays doivent trouver un équilibre entre des intérêts nationaux étroits et à court terme et des intérêts communs à long terme, tant avec leurs alliés qu'avec leurs adversaires (Berkman *et al.*, 2022b); bien entendu, la manière de s'engager avec les alliés est différente de celle utilisée pour s'engager avec les adversaires (Vice-première ministre, 2022). Au sein des alliés partageant les mêmes valeurs

(p. ex. les pays membres de l'OTAN⁹, du G7 ou du Groupe des cinq¹⁰), la coopération peut renforcer les liens tout en permettant de bâtir des alliances nouvelles et plus étroites avec d'autres pays qui adhèrent à l'ordre international fondé sur les règles (Vice-première ministre, 2022) (chapitre 6).

La diplomatie scientifique illustre l'intersection de la STIC et de la politique étrangère

Dans la pratique, la diplomatie scientifique est utilisée par les acteurs gouvernementaux pour rivaliser avec d'autres États, afin d'accroître leur capacité d'innovation, d'attirer les investissements étrangers directs et d'accéder aux talents (Flink, 2022). Bien que la science n'est pas restreinte par les frontières nationales, l'organisation et le financement de la science fondamentale s'effectuent principalement au niveau national et reflètent les politiques et les priorités de l'État (Ruffini, 2017). Bien que la diplomatie scientifique fasse souvent partie de l'art de gouverner, elle ne dépend plus uniquement des acteurs institutionnels et étatiques; elle est plutôt façonnée par divers acteurs privés et publics qui ne sont pas nécessairement définis par des intérêts nationaux (Carayannis *et al.*, 2018; Zhang *et al.*, 2022). La diplomatie scientifique est un outil permettant de renforcer la résilience nationale par la coopération grâce à des partenariats internationaux (Aukes *et al.*, 2021). La résilience se construit en relevant les défis mondiaux de la durabilité qui sont trop grands pour être résolus par une seule nation et en faisant face aux menaces à la sécurité, dans une perspective à long terme (Lowenthal, 2011; Davis et Patman, 2015; Colglazier, 2018; Aukes *et al.*, 2021). Les indicateurs nationaux de résilience sont traités au chapitre 6.

L'étendue et les progrès de la diplomatie scientifique peuvent être mesurés à l'aide d'indicateurs adaptés aux objectifs particuliers et aux résultats escomptés. Lorsque la diplomatie scientifique tente de faciliter la collaboration internationale, par exemple, il est approprié de recourir aux mesures de la science ouverte, des talents, de la mobilité des talents et des résultats scientifiques. La *diplomatie du savoir* est un domaine de recherche voisin de la diplomatie scientifique; leurs préoccupations se recoupent, mais la première s'intéresse plus spécifiquement aux interactions entre l'enseignement supérieur et les relations internationales. Par exemple, Knight (2019) souligne que les domaines traditionnels de recherche sur l'enseignement supérieur international (p. ex. mobilité, projets de recherche conjoints ou accords institutionnels) et les nouvelles évolutions (p. ex. universités mixtes internationales, régionalisation des politiques d'enseignement supérieur ou création de pôles de connaissances) sont des résultats notables de la diplomatie

9 Organisation du Traité de l'Atlantique Nord.

10 Australie, Canada, Nouvelle-Zélande, Royaume-Uni et États-Unis.

du savoir. Il est également possible d'étudier le rôle des partenariats public-privé entre les établissements d'enseignement et l'industrie aux échelons régional et international, ainsi que leurs conséquences pour l'avenir de l'économie mondiale du savoir dans ce vaste concept (Knight, 2019).

L'activité diplomatique en STIC peut également être qualifiée de *diplomatie de l'innovation*, qui comprend la diplomatie économique explicitement orientée vers les gains nationaux en matière de commerce, d'investissement et de technologie (Leijten, 2017). La diplomatie de l'innovation introduit les dimensions d'intérêts économiques nationaux, de commerce des produits de haute technologie, de possession et de protection des droits de propriété intellectuelle et de normalisation, lesquelles peuvent être mesurées à l'aide d'indicateurs scientifiques, d'innovation et de commercialisation. L'innovation inclut également divers types de parties prenantes et de configurations de parties prenantes (p. ex. chaînes de valeur, multinationales ou liens locaux-mondiaux souvent absents de la diplomatie scientifique) et des instruments politiques différents de ceux de la science, qui devraient tous être pris en considération (Leijten, 2017).

Les partenariats en STIC peuvent contribuer au bien mondial

Comme cela a été souligné à plusieurs reprises dans ce rapport, un seul État ne peut régler par ses actions les problèmes mondiaux (Davis et Patman, 2015). L'une des tâches essentielles de la diplomatie internationale consiste donc à créer les conditions d'une coopération entre les sociétés à cette fin. Par exemple, la recherche organisée et coordonnée par l'Organisation météorologique mondiale a permis d'améliorer la qualité et la précision des prévisions météorologiques au profit des populations du monde entier (OMM, 2022).

Les défis planétaires sont inextricablement liés à la science et à la technologie — qui sont à la fois la cause des problèmes et un moyen de les comprendre et d'y trouver des solutions (Davis et Patman, 2015). Les experts scientifiques jouent un rôle important dans ce processus en fournissant des conseils aux décideurs politiques afin de contribuer à l'élaboration de réponses aux défis mondiaux (Royal Society et AAAS, 2010; Ruffini, 2017). Plus précisément, les scientifiques peuvent aider les diplomates à se préparer en vue des négociations sur des instruments juridiques nouveaux ou actuels, tels que les traités internationaux et les conventions sur les changements climatiques (Ruffini, 2017) (encadré 5.4). Le GIEC est l'un des exemples les plus connus de cette interrelation entre science et politique, bien que Pugwash — une série de réunions entre scientifiques qui ont commencé à aborder la menace posée par les armes nucléaires — soit un mouvement antérieur qui se poursuit aujourd'hui (Royal Society et AAAS, 2010; Pugwash, 2023).

Encadré 5.4 La valeur diplomatique de la science

Les données probantes scientifiques contribuent à éclairer et à façonner la diplomatie parce que les normes de la science contribuent à la connaissance qui, idéalement, représente une réalité objective dénuée de toute idéologie politique (Merton, 1973; Ruffini, 2017). La participation aux activités diplomatiques procure aux scientifiques un mécanisme permettant d'influencer les négociations qui ont une incidence sur les grandes questions sociétales, telles que celles portant sur les changements climatiques, la sécurité alimentaire et la politique énergétique; elle peut également rehausser la visibilité de la science en tant que bien public international (Ruffini, 2017).

Si ces mécanismes ont permis aux décideurs politiques d'acquérir des connaissances et de prendre conscience des problèmes mondiaux, l'application de cette prise de conscience et de ces connaissances dans les négociations diplomatiques n'a sans doute pas été couronnée de succès (Davis et Patman, 2015), ce qui porte à croire que d'autres indicateurs de réussite fondés sur les résultats sont nécessaires. Par exemple, alors que le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) fournit des rapports d'évaluation aux décideurs politiques depuis plus de 30 ans (GIEC, 2022), les accords internationaux visant à lutter contre les changements climatiques n'ont jamais abouti à une intervention sérieuse, car ils sont modifiés à la suite des négociations et des discussions préalables à l'atteinte d'un consensus entre les États (Davis et Patman, 2015). Cette lacune semble découler, du moins en partie, de la difficulté que les négociateurs (diplomates, représentants d'ONG) ont à intégrer de nouvelles connaissances scientifiques dans leurs croyances scientifiques établies sur les changements climatiques et d'utiliser ces connaissances pour conceptualiser les résultats potentiels des différents scénarios relatifs à ces mêmes changements climatiques (Milkoreit, 2015).

5.5.2 Équité, diversité et inclusion

Berkman *et al.* (2022a) notent que l'inclusion est le plus grand défi de la prise de décision éclairée et suggèrent de poser des questions sur le contenu (qui, quoi, quand, où) et le processus (pourquoi et comment). Lorsqu'on applique un cadre d'inclusion au renforcement des capacités scientifiques et des connaissances, il convient d'examiner les partenariats potentiels sous l'angle des personnes qui en feront partie (c.-à-d. la représentation des participants), du calendrier des partenariats proposés (p. ex. relations passées, conditions actuelles ou aspirations

futures) et des genres de production de connaissances qu'ils incluent (p. ex. en sciences naturelles, en sciences sociales ou savoir autochtone). Le soutien à l'inclusion à long terme implique également de considérer le « comment » — c'est-à-dire la gouvernance et l'infrastructure proposées, ainsi que les plateformes, les technologies et les investissements disponibles pour soutenir les partenariats en STIC — tout en reconnaissant l'investissement en temps nécessaire pour bâtir des relations avant d'obtenir des résultats (Berkman *et al.*, 2022a).

Les mesures institutionnelles peuvent traduire différents aspects de l'inclusion

Les mesures institutionnelles ont souvent des effets généraux, mais peuvent être utilisées comme indicateurs d'innovation et d'inclusion; il s'agit notamment de mesures de la stabilité gouvernementale, de l'égalité entre les sexes et d'autres dimensions de l'équité, de la surveillance environnementale ou de la répartition des revenus (Dziallas et Blind, 2019). Les infrastructures générales (p. ex. eau, énergie, TIC, transports) favorisent la productivité, la mobilité physique, la santé et le partage de renseignements, tandis que les infrastructures spécialisées (p. ex. laboratoires ou installations d'essai et de contrôle ou installations de fabrication avancées) facilitent le processus d'innovation, ainsi que la production et l'échange de connaissances (CNUCED, 2020).

Au niveau individuel, ministériel ou institutionnel, les mesures de l'impact scientifique au-delà de l'analyse des citations peuvent également être indicatives de l'inclusion. Par exemple, alors que le mentorat est généralement mesuré par la productivité des mentorés (p. ex. publications ou brevets), d'autres dimensions — telles que la rétention, l'engagement professionnel, la satisfaction des mentorés, les récompenses attribuées aux mentors et la culture de groupe — peuvent témoigner de l'inclusion et du soutien (Davies *et al.*, 2021). Selon le genre des activités du partenariat potentiel étudiées, on pourrait également tenir compte des aspects des environnements inclusifs, comme ceux détaillés, par exemple, par le réseau Inclusive Environments and Metrics in Biology Education and Research (iEMBER) (Campbell-Montalvo *et al.*, 2020). À plus grande échelle, les mentions de la diversité et de l'inclusion sur le site Web ou dans l'énoncé de mission des établissements peuvent offrir une mesure de référence de la prise en compte de ces facteurs (Tennial *et al.*, 2019). Le comité d'experts note toutefois que ces indicateurs sont parfois difficiles à comparer entre les cultures et les communautés et avance que l'examen des tendances au fil du temps est peut-être une méthode plus nuancée d'intégration des mesures de diversité et d'inclusion dans un cadre fondé sur les données (contrairement, par exemple, à une décision stricte par oui ou non).

5.5.3 Savoir autochtone

L'intégration d'indicateurs concernant le savoir autochtone dans le contexte des partenariats internationaux en STIC pose de nombreux défis, dont certains peuvent être généralisés à d'autres systèmes de connaissances et modes de savoir (p. ex. différences dans les pratiques de diffusion des connaissances, barrières linguistiques ou évaluations de l'impact) ou sont propres au savoir autochtone (p. ex. besoin d'évaluations culturellement appropriées, menées par la communauté et localement pertinentes; encadré 5.2) et à la souveraineté des données (p. ex. harmonisation des principes FAIR et CARE; section 5.2.1). En effet, comme l'explique Watts (2013), il existe des différences fondamentales entre la vision occidentale du monde et la vision autochtone; cette dernière comprend un lien entre la connaissance et le lieu et une compréhension de la société qui inclut les êtres non humains en tant que participants actifs et dotés de leur propre capacité d'agir.

Toutefois, le comité d'experts reconnaît que ces défis ne doivent pas empêcher l'inclusion des nations autochtones dans les partenariats internationaux en STIC du Canada. En effet, l'inclusion d'experts, de communautés, d'ONG et de gouvernements autochtones dans des organismes de recherche, d'intendance et de gouvernance multiacteurs est liée à la réussite des projets (p. ex. Henshaw, 2010; Reo *et al.*, 2017; Buschman, 2022). Les facteurs clés de succès déterminés dans différents contextes sont les suivants :

- Respect et intégration approfondie du savoir et des pratiques autochtones;
- Participation intergénérationnelle, jeunes et aînés compris;
- Autodétermination (c.-à-d. respect de l'autorité politique et gouvernementale autochtone);
- Investissements dans le renforcement des capacités et l'éducation interculturelle (Henshaw, 2010; Reo *et al.*, 2017; Buschman, 2022).

Dans son examen des partenariats de conservation avec les peuples autochtones, Buschman (2022) souligne l'importance de la coproduction tout au long des processus et des activités dans un modèle itératif et réflexif. Henshaw (2010) note que les partenariats politiques avec les communautés autochtones sont couronnés de succès lorsque des efforts sont consacrés à la création de coalitions visant à atteindre des objectifs communs. Une des approches consiste à préserver un espace pour les voix autochtones — voir, par exemple, le fait qu'au Conseil de

l'Arctique, des représentants autochtones siègent à titre de membres permanents et participent de plein droit à toutes les réunions et activités (Henshaw, 2010). Parmi les autres exemples d'inclusion des peuples autochtones dans la recherche et l'élaboration des politiques en matière de STIC, citons (i) les révisions des lignes directrices de l'Organisation maritime internationale concernant le bruit sous-marin produit par les navires afin de reconnaître explicitement l'Inuit Nunaat comme un environnement unique (OMI, 2023), (ii) l'Accord international pour la prévention d'activités non réglementées de pêche en haute mer dans le centre de l'océan Arctique (GC, 2021f) et (iii) l'initiative Qanittaq Clean Arctic Shipping (CFREE, 2023). Toutefois, ces approches ne seront pas suffisantes sans des efforts complémentaires (p. ex. investissements ou engagement intergénérationnel) pour renforcer la capacité des peuples autochtones à participer à la prise de décision et à la mener (Ellis, 2005; Henshaw, 2010).

Le comité d'experts ne possède pas l'expertise ou l'expérience nécessaire pour évaluer ou commenter l'adéquation des différents mécanismes d'inclusion du savoir autochtone dans les éléments du cadre présentés dans ce rapport. Cependant, le Centre de gouvernance de l'information des Premières Nations (CGIPN) a répertorié une variété de conflits entre le régime de gestion de l'information du gouvernement du Canada et la souveraineté des données des Premières Nations (CGIPN, 2022b). À ce titre, les principes de PCAP^{®11} des Premières Nations — propriété, contrôle, accès et possession des données — peuvent constituer un point de départ pour l'application d'un cadre fondé sur les données par ou avec les communautés autochtones (CGIPN, 2022a).

Il peut être inapproprié pour le gouvernement du Canada d'utiliser un cadre de partenariat en STIC lorsqu'il échange avec les communautés autochtones, que ce soit au pays ou à l'étranger. Comme le relèvent Reo *et al.* (2017), « les nations autochtones du Canada et des États-Unis considèrent les processus multipartites comme des mécanismes inappropriés au dialogue entre les gouvernements coloniaux et les gouvernements autochtones ». Des mécanismes autres ou complémentaires pour évaluer le potentiel des partenariats internationaux en STIC à favoriser la capacité de savoir autochtone — ainsi que la cocréation de connaissances au-delà de la production de données — doivent donc être élaborés en collaboration avec les gouvernements, les ONG, et avec les communautés autochtones concernés et sous leur direction.

11 PCAP[®] est une marque déposée du CGIPN. Pour bien comprendre ces principes, consulter son site Web, au <https://fnigc.ca/fr/les-principes-de-pcap-des-premieres-nations/>.

La relation entre les savoirs autochtone et occidental est elle-même un espace contesté. Lors de leur rencontre avec le comité d'experts, certains conférenciers extérieurs ont évoqué leur conception de la production de connaissances en tant que pluralisme épistémique — c'est-à-dire la reconnaissance du fait qu'il existe divers moyens de produire des connaissances, mais que les connaissances elles-mêmes sont universelles. D'une certaine manière, cela se reflète dans l'entrelacement des systèmes de connaissances autochtones et autres en tant que méthodologies de recherche. Toutefois, d'autres conférenciers ont souligné l'importance de maintenir des trajectoires culturelles distinctes dans la paix et l'harmonie, comme l'illustre le traité wampum à deux rangs; cela reflète la valeur de l'harmonisation, plutôt que de l'entrelacement, des systèmes de connaissances. Il ne peut y avoir d'approche unique, car les mécanismes doivent être pertinents sur le plan local, culturellement appropriés et traduire les besoins, la vision du monde et les priorités propres à la communauté.

Avantages pour le Canada : indicateurs de résilience nationale

6.1 Diplomatie

6.2 Durabilité

6.3 Sécurité

La *résilience* est la capacité à se préparer à des perturbations systémiques découlant de chocs environnementaux, économiques, physiques et sociaux, et à s'en remettre (OCDE, 2020a). La résilience nationale fournit un cadre prospectif et une logique grâce auxquels les organisations peuvent faire face aux risques systémiques et fixer des objectifs pour des partenariats productifs dans les domaines de la science, de la technologie, de l'innovation et de la production de connaissances (STIC) (Linkov *et al.*, 2019). Examiner la manière dont les partenariats et leurs avantages contribuent à la résilience nationale nécessite de prévoir sur des horizons temporels lointains et de procéder à une évaluation plus complète des avantages futurs. L'accroissement de la résilience nationale résultant de l'amélioration de la diplomatie, de la sécurité et de la durabilité à court et à long terme est un facteur clé pour déterminer la valeur des partenariats internationaux en STIC (figure 6.1). Les problèmes internationaux, tels que la sécurité mondiale, les pandémies et les changements climatiques, ne peuvent être traités sans un effort mondial coordonné. Par le passé, les accords de l'ONU tels que le Traité sur l'Antarctique ont permis de réaliser des progrès dans de multiples priorités nationales — scientifiques, diplomatiques et sécuritaires — afin d'offrir au Canada des avantages sur le plan de la résilience (Berkman *et al.*, 2011; Das et Mukherjee, 2020).

Les partenariats internationaux en STIC sont favorisés par la diplomatie. Les partenariats qui contribuent de façon importante aux objectifs de durabilité et de sécurité du Canada peuvent, à leur tour, améliorer la résilience. Comme pour la commercialisation (c.-à-d. la transformation d'une idée en prototype, puis en produit), les indicateurs de la *résilience nationale* dans la prise de décision concernant les partenariats en STIC sont plus utiles lorsqu'ils tiennent compte des processus requis pour améliorer cette résilience (c.-à-d. le passage de résultats diplomatiques aux politiques, à la durabilité et à la sécurité) (tableau 6.1). Un appareil diplomatique capable de créer des partenariats et d'éclairer les politiques débouchera par la suite sur des partenariats plus productifs, mieux outillés pour assurer la coopération et l'ampleur nécessaires au renforcement de la résilience, à l'amélioration de la durabilité et à la consolidation de la sécurité.

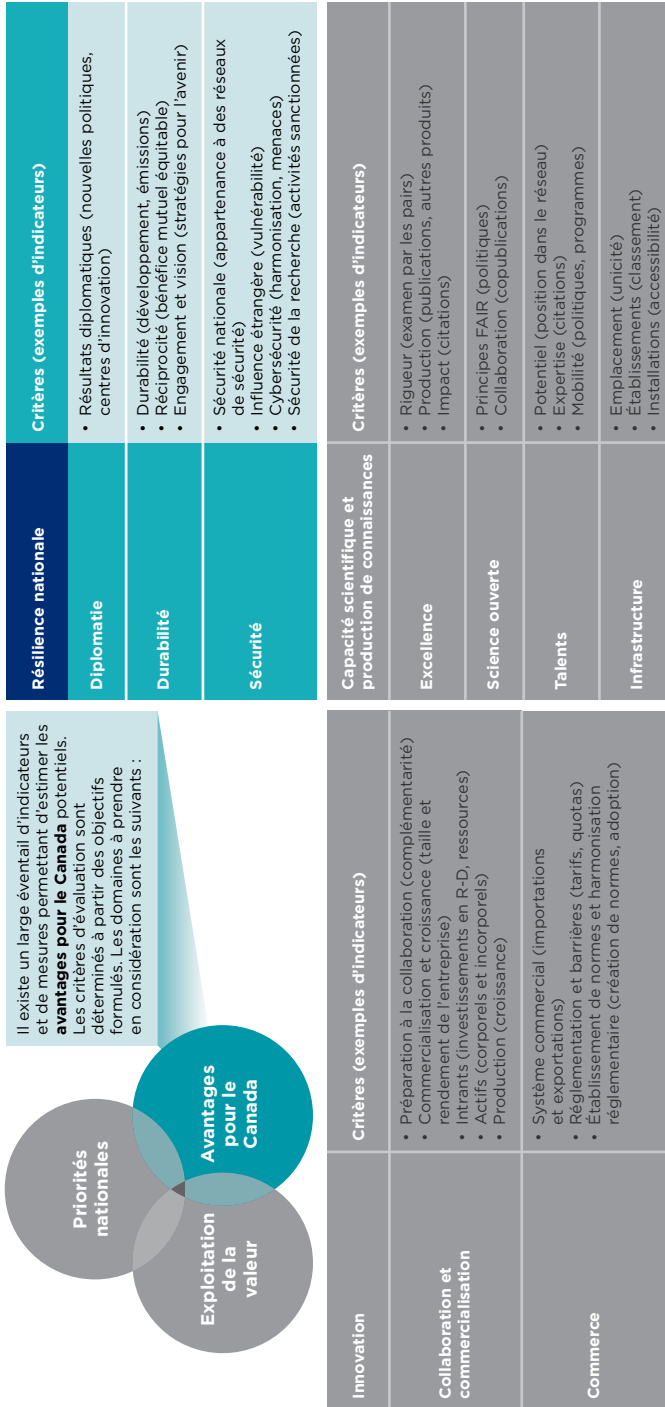


Figure 6.1 Avantages pour le Canada — résilience nationale

Le renforcement de la résilience nationale dépend de la capacité de l'appareil diplomatique à promouvoir la durabilité et la sécurité à court et long terme. Pour obtenir des avantages durables à partir des partenariats en STIC, il faut planifier de multiples résultats potentiels, veiller à ce que ces avantages soient partagés entre les partenaires et à ce que l'innovation soit durable, de façon que les objectifs actuels ne nuisent pas aux objectifs futurs. Pour atteindre les objectifs de sécurité, il faut contrer l'influence étrangère, coopérer avec les alliés et réduire les risques de sécurité tout en continuant à faire progresser la STIC.

Tableau 6.1 Critères, indicateurs et exemples de mesures de la résilience nationale

Résilience nationale	Critères	Indicateurs	Exemples de mesures
Diplomatie (section 6.1)	Résultats diplomatiques et politiques	<ul style="list-style-type: none"> • Influence sur la gouvernance internationale • Utilisation de la science dans la diplomatie 	<ul style="list-style-type: none"> • Nouvelles politiques judicieuses • Fondation de centres d'innovation scientifique • Participation à des groupes de travail scientifiques internationaux
Durabilité (section 6.2)	Durabilité	<ul style="list-style-type: none"> • Développement durable et progrès • Compétitivité durable 	<ul style="list-style-type: none"> • Espérance de vie • Émissions • Niveau de vie
	Réciprocité	<ul style="list-style-type: none"> • Négociations non coercitives • Avantages équitables et mutuels 	<ul style="list-style-type: none"> • Indicateurs économiques et sociaux • Contributions équivalentes • Symétrie dans les citations
	Engagement et vision à long terme	<ul style="list-style-type: none"> • Stratégies pour l'avenir • Expérience en matière de vision à long terme 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation des prévisions ou de l'analyse rétrospective • Historique de planification à long terme efficace
Sécurité (section 6.3)	Sécurité nationale	<ul style="list-style-type: none"> • Participation à des réseaux de sécurité • Capacité militaire • Cohésion sociale et stabilité gouvernementale 	<ul style="list-style-type: none"> • Alliances militaires favorables • Dépenses militaires • Sécurité alimentaire et énergétique
	Influence étrangère	<ul style="list-style-type: none"> • Capacité d'influence bilatérale étrangère • Vulnérabilité à l'influence étrangère 	<ul style="list-style-type: none"> • Interactions économiques, politiques et sécuritaires • Dépendance à l'égard d'une puissance étrangère • Nombre d'attaques de cybersécurité
	Cybersécurité	<ul style="list-style-type: none"> • Hostilité face à la cybersécurité • Respect de la cybersécurité 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacité technique • Condamnations pour espionnage
	Sécurité de la recherche	<ul style="list-style-type: none"> • Accords et relations de sécurité • Activités sanctionnées et pénalisées 	

6.1 Diplomatie

Les indicateurs diplomatiques éclairent la prise de décision en ce qui concerne les partenariats en STIC en témoignant de l'évolution des relations diplomatiques transfrontalières, tant officielles qu'officieuses. Les négociations et les politiques fixent les modalités des partenariats et, à ce titre, contribuent à déterminer les résultats, y compris les avantages pour le Canada. Les succès diplomatiques structurent fondamentalement la manière dont les acteurs internationaux contribuent à relever les grands défis, bâtissent un capital scientifique et politique et garantissent des lignes de communication ouvertes. Bon nombre des objectifs les plus importants en matière de durabilité et de sécurité sont des objectifs à long terme et ne sont donc pas immédiatement mesurables. Compte tenu de l'éloignement de l'horizon de la réussite, les indicateurs diplomatiques constituent des signaux nécessaires des progrès à court terme.

6.1.1 Résultats diplomatiques

Le *pouvoir de convaincre* est la capacité d'attirer, d'influencer et de persuader au moyen de la culture, des valeurs politiques et des politiques (Nye, 2004, 2022). Dans le domaine de la diplomatie scientifique et de la science internationale, il découle de la culture et des valeurs scientifiques, ainsi que des données probantes et des technologies qu'elles produisent (Nye, 2004; Copeland, 2015). Par exemple, la Chine a tenté d'utiliser la « diplomatie des vaccins » pour accroître son pouvoir de convaincre, avec des résultats mitigés; ses efforts ont été compromis par le fait qu'elle n'a pas respecté des valeurs scientifiques en violant le secret entourant l'épidémie de COVID-19 (Chopra, 2022; Nye, 2022). Comme indiqué au chapitre 5, la nature collaborative de la science a contribué à son utilisation comme fondement de la diplomatie, c'est-à-dire par l'exploitation de la coopération scientifique pour établir des relations avec des pays quand d'autres solutions ne sont pas envisageables (Ruffini, 2017). Ces relations non officielles soutiennent la diplomatie grâce à l'interaction continue entre les scientifiques lorsque les autres canaux diplomatiques ne fonctionnent pas, et en offrant une voie pour influencer la gouvernance des biens communs mondiaux et des territoires internationaux, tels que l'espace, la haute mer, les fonds marins et l'Antarctique (Ruffini, 2017).

La diplomatie scientifique contribue aux relations internationales par le renforcement d'intérêts communs, et fournit un point de départ aux négociations qui diffère, par exemple, de la résolution de conflits (Berkman, 2019). Les États peuvent également accroître leur influence mondiale en produisant de l'expertise scientifique, en réalisant des exploits techniques (p. ex. Spoutnik) et en accueillant des conférences, des organismes et des infrastructures de recherche internationales (Ruffini, 2017; Gates, 2020). Les indicateurs diplomatiques

traduisent les progrès réalisés pour relever les défis mondiaux en fixant des intérêts communs et les outils nécessaires pour coordonner les solutions internationales aux problèmes transnationaux.



Ce que nous avons entendu

Les organismes de STIC interrogés dans le cadre de cette étude tiennent souvent des bases de données sur les activités diplomatiques pour mieux comprendre et évaluer leur niveau d'activité de partenariat.

La diplomatie scientifique doit être intégrée dans les réseaux internationaux. Elle reflète les actions des scientifiques, des politiciens et des diplomates qui travaillent au-delà des frontières pour résoudre des problèmes communs par la science, le dialogue et la participation à des organisations et à des forums internationaux. Elle produit des activités mesurables en tant que progrès dans la résolution des problèmes d'intérêt commun. Les indicateurs comprennent les engagements personnels en faveur de la collaboration scientifique sur les problèmes mondiaux ou le nombre de diplomates scientifiques et de conseillers scientifiques et technologiques dans les ambassades et les consulats. Au sein de l'appareil de diplomatie scientifique du Canada, on s'intéresse également de plus en plus aux postes de conseillers scientifiques au niveau infranational (Gouv. de l'Alb., 2023a; Gouv. du Qc, 2023; La Presse Canadienne, 2023). L'engagement et le leadership dans des organismes tels que l'International Network for Government Science Advice (INGSA) et la Global Young Academy témoignent des efforts diplomatiques dans le domaine de la STIC (GYA, 2023; INGSA, 2023). Les réunions mixtes, comme celles qui ont précédé la candidature du Canada à Horizons Europe, peuvent traduire un engagement en faveur d'une coopération continue, d'objectifs communs et de partenariats stratégiques intégrés (Hudson, 2020; équipe S4D4C, 2020; Open Access Government, 2023).

Les indicateurs de la diplomatie scientifique comprennent les publications, la formation, le réseautage et la communication

Les partenariats en STIC cherchent souvent à accroître la coopération et à influencer la politique internationale afin de produire une science plus efficace. Le cadre Using Science for/in Diplomacy for Addressing Global Challenges (S4D4C) définit des indicateurs de rendement permettant de mesurer l'activité de diplomatie scientifique, ce qui peut aboutir à des partenariats en STIC plus efficaces (Brugner

et Degelsegger-Márquez, 2018; Meyer, 2021). Les indicateurs sélectionnés reposent sur les critères SMART, c'est-à-dire qu'ils sont spécifiques, mesurables, atteignables, réalistes et temporels (Brugner et Degelsegger-Márquez, 2018). Le cadre S4D4C comporte cinq catégories d'activités : « la production de documents textuels, la formation, les échanges et le réseautage, la préparation de ressources de connaissances et l'apparition de S4D4C sur des plateformes externes et des canaux de médias sociaux », qui permettent d'évaluer les progrès accomplis dans la réalisation des objectifs de diplomatie et de politique scientifiques (Meyer, 2021).

Dans le cadre S4D4C, de multiples indicateurs bibliométriques sont utilisés pour mesurer les résultats diplomatiques, comme les articles publiés, les citations et les téléchargements (Brugner et Degelsegger-Márquez, 2018). Les mesures de formation reposent sur les renseignements sur les participants et leur rôle (p. ex. diplomate ou scientifique), les documents de formation publiés, les enquêtes concernant les avantages de la formation et les applications de la formation. Les mesures d'échange et de réseautage incluent le nombre de participants, les avantages et une étude de la valeur des échanges. Le cadre mesure la création de ressources de connaissances et leur apparition sur les plateformes externes, au moyen du nombre de ressources hébergées sur ces plateformes et leurs mesures d'utilisation (p. ex. clics, messages, abonnés, téléchargements et demandes). Les indicateurs font l'objet d'un suivi constant, qui peut être continu ou périodique et une interaction étroite entre l'évaluateur et l'équipe du projet est cruciale pour le succès de ce cadre (Brugner et Degelsegger-Márquez, 2018).

6.1.2 Résultats politiques

L'une des tâches essentielles de la diplomatie internationale est de créer les conditions propices à la coopération entre les sociétés afin qu'elles puissent relever ensemble les défis mondiaux. Bien que de nombreuses étapes intermédiaires et de nombreux facteurs favorables puissent être mesurés pour évaluer la diplomatie scientifique et les résultats politiques des partenariats en STIC, créer et adopter une politique utile et s'assurer de son efficacité est essentiel. Les traités internationaux comme le Traité sur l'Antarctique sont des résultats mesurables de la politique diplomatique scientifique qui promeuvent la sécurité et la coopération scientifique autour d'intérêts communs (Traité sur l'Antarctique, 1958; U.S. AVC, 2017), et la coopération actuelle sur des questions d'importance internationale par le biais de traités similaires (p. ex. la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer, la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques, la Convention sur la diversité biologique ou le Traité des Nations Unies sur l'espace extra-atmosphérique) peut indiquer des domaines d'intérêt commun pouvant être renforcés par la coopération scientifique (ONU, 1992a, 1992b, 2023).

La participation aux organisations scientifiques internationales est une mesure de la diplomatie scientifique

La participation à des organisations scientifiques internationales est à la fois une façon de contribuer à un partenariat en STIC et un moyen de renforcer des partenariats de la sorte. Elle peut être bénéfique pour le Canada en favorisant des avancées en matière de durabilité, d'harmonisation des politiques, de normes de données et de priorités de recherche. Il s'agit d'un indicateur intermédiaire qui peut être utilisé à l'intérieur d'un cadre, aux côtés d'indicateurs de durabilité à long terme tels que les émissions de CO₂. Par exemple, Polar Knowledge Canada (POLAR) représente le Canada au sein du Comité scientifique de la recherche antarctique (SCAR), un organisme membre du Conseil scientifique international (CSI) chargé de lancer, de développer et de coordonner la recherche dans l'Antarctique, ainsi que d'établir des normes de données pour la recherche dans la région (SCAR, 2011, 2020). Lorsqu'ils sont associés à des techniques de prospective (p. ex. l'analyse prospective), la collecte et le partage des données issues de ce partenariat facilitent la prise de décision et favorisent la compréhension mutuelle, la coopération internationale et l'innovation (Kennicutt *et al.*, 2015; Hughes *et al.*, 2022; Bai et Li, 2023).

6.2 Durabilité

L'innovation est, par nature, un processus tourné vers l'avenir. Les décisions prises aujourd'hui sont autant d'occasions de réorienter le développement technologique, mais il faut atténuer les risques de surconsommation, de destruction de l'environnement et d'aggravation des inégalités sociales pour ne pas compromettre le développement durable (Adams *et al.*, 2016). À ce sujet, le rapport de la Commission mondiale sur l'environnement et le développement (1987) définit le *développement durable* comme « un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs ».

Burch *et al.* (2022) affirment que les PME et leurs activités d'innovation sont des éléments cruciaux de la résilience des communautés. La durabilité, de son côté, concerne le moyen à long terme et se déroule sur continuum d'urgences (Berkman, 2019). L'innovation durable tente donc de répondre aux problèmes immédiats de manière à améliorer la capacité à faire face aux problèmes ultérieurs. Elle présente deux caractéristiques essentielles (Burch *et al.*, 2022). Premièrement, les partenariats internationaux en STIC durables sont réciproques dans leur fondement, car ils apportent un bénéfice mutuel en s'attaquant à des problèmes d'envergure mondiale. Deuxièmement, les partenariats réciproques engagés offrent plus d'avantages et de durabilité, contribuant ainsi à la résilience nationale multilatérale

(Burch *et al.*, 2022). L'ampleur des défis que le développement durable tente de relever requiert de multiples acteurs de l'innovation — entreprises, universitaires, gestionnaires et décideurs politiques (Adams *et al.*, 2016).

6.2.1 Mesure de la durabilité

Le choix des indicateurs mesurant les performances en matière de durabilité dans le but de sélectionner des partenaires de STIC nécessite d'aligner ces indicateurs sur les objectifs particuliers du projet et sur la réalisation de ces objectifs. Pour les partenariats de nation à nation, les indicateurs et indices nationaux peuvent donner une idée de l'échelle appropriée. En ce qui concerne les organisations infranationales, les décisions de partenariat peuvent être éclairées par une combinaison d'indicateurs au niveau du pays, de l'entreprise ou de l'organisation (Edmunds *et al.*, 2019). Enfin, il existe de nombreuses collaborations internationales de collecte, de normalisation et de partage d'informations sur la durabilité (PNUÉ, 2014; IDB, 2020; CDP, 2023).

Il existe des indices composites mesurant des aspects particuliers de la durabilité

L'innovation durable procure des avantages grâce à l'amélioration du bien-être social (Cillo *et al.*, 2019) et la santé est une mesure objective de ce bien-être (Schulte *et al.*, 2015). Par exemple, on peut mesurer les progrès en matière de santé à l'échelle nationale par certains éléments de l'innovation sanitaire ou du développement humain, comme l'indice de développement humain, qui combine des indicateurs d'espérance de vie, de niveau de vie et d'éducation (PNUD, 2023). Des indices similaires mesurent la durabilité environnementale de régions ou de pays, comme l'indice de performance environnementale (Yale Center for Environmental Law and Policy, 2022) et l'indice de durabilité environnementale (Honeywell, 2022). L'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) recueille des données nationales sur les facteurs touchant la durabilité, comme l'innovation environnementale, les politiques et les dépenses de protection (OCDE, 2023b). Enfin, la compétitivité durable peut être une mesure de remplacement ou complémentaire des mesures économiques telles que le PIB (Gebhardt, 2019) (encadré 6.1).

Encadré 6.1 Indice mondial de compétitivité durable

L'indice mondial de compétitivité durable combine des indicateurs relatifs à l'économie, aux talents, à l'environnement commercial, à l'innovation, à la santé, à la durabilité environnementale, à l'égalité et aux droits de la personne dans le but de classer les pays. Il repose sur six piliers d'égale importance : le capital naturel, l'efficacité des ressources, le capital social, le capital intellectuel, la durabilité économique et l'efficacité de la gouvernance. Il est à noter que des sous-indices regroupant des indicateurs apparentés produisent différents classements de sorte qu'un pays pourrait être premier au chapitre de la durabilité économique, mais pas en ce qui concerne le capital naturel. Une autre caractéristique intéressante de cet indice est qu'il prend en compte les tendances de rendement et le classement des pays pour indiquer l'orientation de la compétitivité durable d'un pays.

(SolAbility, 2022)

Les progrès en matière de durabilité environnementale peuvent être mesurés au niveau de l'entreprise et de la chaîne d'approvisionnement

Mesurer le degré d'avancement et d'intégration des pratiques de développement durable d'une entreprise peut aider à différencier les partenaires potentiels et à déceler les occasions. Par exemple, Hallstedt *et al.* (2010) notent qu'il est possible d'observer la durabilité d'une entreprise lorsque :

- la durabilité est incluse dans la définition qu'a l'entreprise de la réussite à long terme;
- les plans d'activité tactiques à court terme de l'entreprise correspondent à sa stratégie à long terme en matière de développement durable (p. ex. par analyse rétrospective des principaux défis à relever dans ce domaine);
- l'entreprise dispose d'outils pour mesurer les progrès accomplis;
- il existe des exemples concrets de mise en œuvre des décisions relatives au développement durable;
- il existe un système d'encouragement ou de découragement et de suivi pour faciliter la mise en œuvre du développement durable.

L'évaluation de l'attention portée par une entreprise aux impacts environnementaux (et son choix de fournisseurs axés sur la durabilité) permet de mesurer son engagement à l'égard du développement stratégique durable (Hallstedt *et al.*, 2010). Dans une étude, le rendement des capitaux propres — une mesure du rendement financier — a été utilisé comme signal de la qualité de la communication environnementale, car on a observé que les entreprises plus rentables publiaient des rapports environnementaux de meilleure qualité (Pizzi *et al.*, 2021). Une combinaison de conformité aux normes et d'analyse au niveau des rapports permet de déterminer les actions réelles, plutôt que symboliques, en matière de développement durable d'un partenaire potentiel (Hyatt et Berente, 2017; Pizzi *et al.*, 2021).

Par exemple, Trucost, un fournisseur de renseignements sur les émissions de carbone, publie des données sur l'empreinte environnementale directe de l'entreprise et de celle de la chaîne d'approvisionnement, qui figurent dans la série d'indices SetP Paris-Aligned and Climate Transition et dans la série d'indices SetP Carbon Efficient (SetP Global, 2020). La consommation d'énergie et les émissions de CO₂ réelles et prévues peuvent fournir de précieuses données aux décideurs quant à la durabilité environnementale (p. ex. Ribeiro *et al.*, 2020). Les émissions de gaz à effet de serre (GES) produites par la production, le transport et la consommation le long des chaînes d'approvisionnement, quant à elles, peuvent être analysées sous forme d'importations et d'exportations afin de clarifier leur dynamique entre les partenaires (OMC, 2021). Les flux commerciaux de GES fournissent davantage de contexte sur les émissions et donnent une idée de la croissance et du développement économiques (p. ex. Kang, 2021). La relation entre les indicateurs pertinents et d'autres mesures d'un partenariat fructueux peut également fournir des indications utiles; par exemple, il existe une relation positive entre l'efficacité énergétique d'une entreprise et sa productivité (Montalbano *et al.*, 2022).

Les chaînes d'approvisionnement s'appuient sur la coopération internationale pour soutenir la sécurité alimentaire, la fourniture de soins de santé et l'économie en général (Hoffman et Kennedy, 2007; Subramanian *et al.*, 2020; Bown *et al.*, 2022; Economist Impact, 2022). L'économie canadienne dépend fortement de ses chaînes d'approvisionnement pour le commerce et la croissance économique, et la chaîne d'approvisionnement technologique soutient pratiquement tous les secteurs en alimentant les TIC (CEI, 2020). Le gouvernement du Canada s'est fixé pour objectif de disposer de chaînes d'approvisionnement résilientes, qui soutiennent l'économie et peuvent résister aux perturbations causées par les événements mondiaux et les changements climatiques (SCMA, 2016; TC, 2022).

Les chaînes d'approvisionnement ont une incidence sur le développement durable de deux manières. Premièrement, elles sont elles-mêmes une source primaire de coûts environnementaux et sociaux associés aux biens de consommation; pour cette raison, la connaissance des chaînes d'approvisionnement d'un partenaire est un élément de la compréhension de son effet absolu sur les objectifs de durabilité (Bové et Swartz, 2016). Deuxièmement, le manque de résilience constitue un risque majeur pour la durabilité de la chaîne d'approvisionnement. Des facteurs externes comme la sécheresse touchant les produits agricoles peuvent réduire l'offre et la livraison tout en faisant grimper les prix (Bové et Swartz, 2016).

L'état des chaînes d'approvisionnement peut être mesuré à l'aide des délais de transport et de fabrication, des prix et des stocks (c.-à-d. des arriérés) (Safane, 2022). Pour mesurer la durabilité de la chaîne d'approvisionnement en santé publique, il faut combiner les résultats économiques, comme les bénéfices et les commandes fructueuses, avec des indicateurs de fonctionnement de cette chaîne, tels que la rapidité et l'étendue de la prestation des soins (Subramanian *et al.*, 2020). Pour la sécurité alimentaire, la résilience et la durabilité environnementale des chaînes d'approvisionnement sont des indicateurs essentiels, une mesure particulièrement importante étant le gaspillage alimentaire dû aux produits périssables (Economist Impact, 2021). Enfin, les innovations sociales en matière de distribution alimentaire sont des moyens efficaces de réduire l'insécurité alimentaire (Huang et Tsai, 2021). En résumé, des partenariats en STIC plus efficaces qui renforcent la durabilité et la résilience de la chaîne d'approvisionnement contribuent à la réussite et à la durabilité de l'économie nationale.

Le suivi des objectifs de développement durable fournit des indicateurs et illustre la collecte et le partage des données

Les objectifs de développement durable (ODD) sont des domaines de coopération internationale étendue et des moteurs du paysage politique canadien en matière de STIC (figure 6.2).

OBJECTIFS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE



Reproduit avec l'autorisation de l'ONU (2019)

Figure 6.2 Objectifs de développement durable des Nations Unies

Fruits d'une entreprise de coopération internationale, les ODD continuent de façonner la politique étrangère du Canada et le paysage de la STIC.

Par exemple, la Stratégie nationale du Canada pour le Programme 2030 vise à réaliser des progrès vers les ODD au Canada et à l'étranger (GC, 2022c). Les objectifs de durabilité se traduisent également dans d'autres stratégies nationales du Canada, telles que la Stratégie canadienne sur les minéraux critiques, qui met l'accent sur les droits de la personne et le commerce équitable et inclusif, et la Stratégie du Canada pour l'Indo-Pacifique, qui cite parmi ses objectifs la protection de la biodiversité et la sécurité alimentaire (GC, 2022e, 2022f). Les ODD ont été adoptés par d'autres organisations et entreprises au Canada, dans certains cas avec l'aide du Réseau Canada du Pacte mondial de l'ONU, et influencent leur prise de décision (Smale et Hilbrecht, 2016; Universités Canada, 2021; BCCIC, 2022; Réseau Canada du Pacte mondial de l'ONU, s.d.). Ils façonnent également la recherche dans des secteurs d'importance pour l'innovation au Canada, comme l'IA (Bell Canada, 2021; AI for SDGs Canada, 2022) et sont intégrés aux programmes et aux politiques de STIC d'autres pays, comme la Chine (Guo *et al.*, 2022a) et le Japon (JST, 2021).

L'un des principaux atouts des ODD est qu'ils comportent un ensemble d'indicateurs et de méthodologies permettant de suivre les progrès, de mesurer les résultats, de fournir des données pour corriger le tir et de soutenir la responsabilisation (Matusiak *et al.*, 2020; ONU, 2022b). Les Nations Unies et l'OCDE tiennent à jour les indicateurs et les outils de suivi des ODD (OCDE, 2020b; ONU, 2022b). Par exemple, le premier ODD, « Éliminer la pauvreté sous toutes ses formes et partout dans le monde », comporte une cible subordonnée — « D'ici à 2030, renforcer la résilience des pauvres et des personnes en situation vulnérable et réduire leur exposition aux phénomènes climatiques extrêmes et à d'autres chocs et catastrophes d'ordre économique, social ou environnemental et leur vulnérabilité » — qui se voit attribuer des indicateurs (Banks, 2021). Il s'agit notamment des pertes en vies humaines attribuées aux catastrophes, des pertes économiques (par rapport au PIB) directement attribuables aux catastrophes et de la proportion de gouvernements locaux qui mettent en œuvre des stratégies de réduction des risques de catastrophe (ONU, 2022c).

Statistique Canada mesure les progrès accomplis par le Canada dans la réalisation des ODD à l'aide du Cadre d'indicateurs canadien (CIC). Le CIC fournit des mesures instantanées des progrès accomplis et contribue à éclairer les décisions relatives aux actions futures (GC, 2022b). L'utilisation de ces mesures et du cadre peut aboutir à un dialogue fondé sur les données probantes entre les gouvernements et l'ensemble des parties prenantes (GC, 2022b). Le CIC suit une démarche semblable à celle utilisée dans le cadre de l'ONU, en attribuant des indicateurs (76 au total) à chaque objectif (StatCan, 2021c); il constitue également un programme de production de rapports que Statistique Canada utilise pour recueillir, analyser et diffuser les données canadiennes sur les ODD (StatCan, 2021b). En définissant des objectifs précis et en leur association des indicateurs, il aide les décideurs politiques à déterminer les politiques couronnées de succès et à cerner les domaines dans lesquels des mesures supplémentaires sont nécessaires. Il complète également d'autres cadres fondés sur des données, tels que le Cadre de qualité de vie pour le Canada (StatCan, 2021c).

Bien que les ODD reflètent une coopération politique qui peut influencer les partenariats en STIC et qu'ils soient des exemples de fixation d'objectifs et de collecte de données coordonnés à l'échelon national et international, ils ne rendent pas entièrement compte de la durabilité (Kumar, 2017; Hickel, 2020). Il est également important de noter les limites de la fixation d'objectifs communs et les ODD ne sont pas à eux seuls des politiques; par conséquent, ils ne produiront pas nécessairement à eux seuls une innovation durable (Nature, 2020). De plus, en se concentrant trop sur des résultats spécifiques des ODD, on risque de détourner les acteurs des causes sous-jacentes des problèmes de durabilité (Montemayor, 2018).

6.2.2 Indicateurs d'engagement et de réciprocité

La réciprocité se caractérise par l'obligation de remplir des engagements mutuels résultant d'un échange à peu près équivalent (Keohane, 1986). Elle comporte des éléments matériels, des éléments de connaissance et des éléments sociaux. Pour l'évaluer, il faut mesurer les résultats du partenariat, qu'il s'agisse de la production de connaissances, de l'innovation ou de tout autre résultat de la collaboration. La réciprocité ajoute une couche de comptabilité et de responsabilisation aux conditions de réussite convenues afin de mieux garantir que les partenaires obtiennent un juste retour pour leurs contributions.



Ce que nous avons entendu

Les organismes interrogés ont souvent cité des normes éthiques compatibles, notamment des valeurs partagées et le respect des droits canadiens, parmi les caractéristiques essentielles de partenariats internationaux en STIC productifs.

Dans sa Recommandation du Conseil concernant la coopération scientifique et technologique internationale, l'OCDE (2022i) souligne l'importance de la réciprocité afin de favoriser une coopération « qui soit mutuellement avantageuse et serve la croissance économique [et] le développement social ». Cette recommandation inclut un certain nombre d'outils permettant de réaliser la coopération, notamment la formation de partenariats multilatéraux pour relever les grands défis, l'harmonisation des valeurs et des normes scientifiques, la prise en compte des préoccupations éthiques des différentes parties, l'atténuation des risques pour maximiser les avantages mutuels et la promotion des droits de propriété intellectuelle et de la protection de la vie privée (OCDE, 2022i). Les valeurs et les normes éthiques sont souvent nationales et reflètent celles des établissements qui font de la recherche (U of T, 2019). Toutefois, dans de nombreux cas, les valeurs et les facteurs éthiques peuvent également être propres au domaine (p. ex. l'IA ou la santé) (OMS, 2011; OCDE, 2023a). En ce qui concerne les décisions de partenariat, il est possible de mesurer le comportement éthique grâce au recueil de paramètres propres à la valeur — comme ceux touchant l'innovation inclusive (encadré 4.1) et l'adhésion aux normes de sécurité internationales (section 6.3) — et à l'évaluation des comportements dans les partenariats antérieurs (Yarmoshuk *et al.*, 2020). L'évaluation de l'intégration de ces outils peut aider les acteurs à déterminer un partenariat réciproque comportant un engagement à l'égard de principes communs.

Le comportement passé peut servir d'indicateur de réciprocité

Les organismes interrogés dans le cadre de cette évaluation ont indiqué qu'une mesure courante de la réciprocité est l'égalité de la contribution financière entre les deux parties. Toutefois, ils ont également suggéré d'autres moyens de contribuer aux avantages partagés, comme les apports en nature. Il peut s'agir, par exemple, d'échanges de personnel, de services, d'éducation, de recherche et d'infrastructures, notamment d'équipements et de fournitures (Yarmoshuk *et al.*, 2020). Selon les personnes interrogées, les conditions du partage des ressources et les responsabilités en la matière déterminent également l'efficacité du partenariat. Les partenaires peuvent s'engager à la réciprocité dans le cadre d'un accord de différentes façons. L'accord peut stipuler l'équivalence, et garantir ainsi que chaque acteur profite des mêmes avantages du partenariat (Yarmoshuk *et al.*, 2020). Ces avantages peuvent également dépendre d'actions précises et n'être octroyés qu'à l'issue de ces actions. Par exemple, en échange de sa contribution au télescope spatial James Webb, l'Agence spatiale canadienne bénéficie de 5 % du temps d'observation au télescope (ASC, 2019b). Dans tous les cas, si l'un des partenaires ne fournit pas la prestation convenue, le partenariat peut être résilié.

La perception de la réciprocité peut contribuer à un sentiment mutuel de bonne volonté, dans la mesure où les partenaires comprennent qu'ils travaillent dans un intérêt réciproque et qu'ils partagent équitablement les investissements et les bénéfices. La manière dont les parties interagissent et communiquent, ainsi que l'ancienneté de la relation, peut déterminer les attentes en matière de réciprocité et de confiance dans la relation (Liu *et al.*, 2018). Le renforcement continu de la réciprocité dans les partenariats internationaux s'effectue par l'internalisation de normes et contribue à la prévisibilité, à la stabilité et à la confiance. Cet apprentissage continu implique que la confiance et la réciprocité sont sujettes à une évaluation permanente et dynamique, axée sur la création d'une valeur partagée grâce à des avantages futurs (Liu *et al.*, 2018). La confiance fait partie intégrante de l'établissement et de l'entretien de partenariats fructueux et conduit à l'appropriation du partenariat. Les évaluations continues donnent aux partenaires l'occasion d'instaurer la confiance en prouvant leur engagement à l'égard de la réciprocité.

La réciprocité peut conduire à d'autres résultats qui améliorent les partenariats d'innovation

La perception de la réciprocité influe sur le flux d'informations et de ressources dans les réseaux d'innovation. Certaines méthodes permettent de quantifier et d'évaluer la réciprocité des organisations partenaires au sein d'un tel réseau; par exemple, les données bibliométriques permettent de mesurer l'asymétrie dans la réciprocité des citations pour les collaborateurs scientifiques (Wang *et al.*, 2020;

Yu *et al.*, 2022). Les partenariats plus équitables et plus réciproques sont plus durables, à tel point que la réciprocité est une « condition préalable à une collaboration persistante » (Wang *et al.*, 2020). Le partage d'informations, de connaissances, de technologie et d'autres ressources à des fins de collaboration réduit les obstacles et les conflits, ce qui renforce la confiance, les échanges et la coopération entre les partenaires (Yu *et al.*, 2022).

La réciprocité peut également être considérée comme un principe sur lequel un partenariat peut être structuré et comme un outil permettant les progrès vers les objectifs de l'organisation. La réciprocité et l'équité, ainsi que le partage des innovations, peuvent être intégrées dans le financement des partenariats afin d'améliorer l'efficacité des investissements « grâce aux avantages mutuels et à l'accent mis sur l'équité » (Sors *et al.*, 2022). Cette stratégie, appelée *innovation réciproque*, est un moyen de « se lier avec ses partenaires de façon approfondie et mutuellement bénéfique » (Sors *et al.*, 2022). Pour que ce processus fonctionne, les partenaires doivent reconnaître et mesurer les avantages mutuels de cette approche (Sors *et al.*, 2022). Toutefois, le partage des avantages ne doit pas nécessairement être égal, mais la différence dans les avantages obtenus doit idéalement contribuer à un autre objectif partagé fondé sur les valeurs, tel que la santé publique (Yarmoshuk *et al.*, 2020). Même si un des partenaires profite d'avantages plus importants, l'accord est alors toujours structuré de manière à être mutuellement bénéfique (Yarmoshuk *et al.*, 2020).

6.2.3 Indicateurs d'engagement à long terme

Pour aborder la question de la résilience et de la durabilité à long terme, il faut envisager des réussites qui auront une incidence sur les générations futures. Les cadres fondés sur les données qui prennent en compte les besoins immédiats dans la progression vers la durabilité impliquent aussi implicitement que les indicateurs doivent être associés à des points d'une échelle temporelle qui s'étend sur plusieurs générations; or, il arrive souvent que les indicateurs ne correspondent pas à des échelles de temps (Bond et Morrison-Saunders, 2011). Certains préconisent toutefois la mise en œuvre d'indicateurs sur une telle échelle temporelle, comme ceux figurant dans la Directive relative à l'évaluation environnementale stratégique de l'Union européenne, qui exige que les données reflètent les effets environnementaux à court, moyen et long terme, ainsi que les effets cumulatifs et permanents (Bureau du vice-Premier ministre du R.-U., 2005; Parlement européen et le Conseil de l'Union européenne, 2021).

Les objectifs de durabilité dépassent souvent les limites temporelles des évaluations conventionnelles

L'horizon de planification relatif à l'énergie nucléaire (pour prendre un exemple) exige de penser l'élimination des déchets sur des périodes allant jusqu'à 100 000 ans (Bond et Morrison-Saunders, 2011). Des périodes plus longues augmentent l'incertitude, ce qui accroît la complexité de la prise de décision. Il peut cependant être difficile pour les organisations de sacrifier des rendements rapides et des profits à court terme pour une valeur à long terme, une difficulté qui peut être accentuée par les pressions externes en faveur d'un rendement immédiat (Bansal et DesJardine, 2014).

Déterminer les objectifs pertinents tout au long d'un partenariat peut aider à choisir les indicateurs qui refléteront le mieux l'ensemble de la période considérée. Les changements climatiques sont un des problèmes qui se prêtent le mieux à ce type de réflexion. À court terme, les innovations qui accroissent le déploiement, la réduction, l'accessibilité financière et le développement technologique permettent de répondre aux besoins immédiats (Sandén et Azar, 2005). Toutefois, les objectifs à plus long terme seront probablement mieux servis par des technologies avancées qui n'ont pas encore été pleinement réalisées. Par exemple, il est possible que les technologies actuelles ne permettent pas d'atteindre des normes plus strictes en matière d'émissions de GES; par conséquent, la prise de décision visant l'atteinte de normes requiert de penser à des partenariats susceptibles d'apporter ces nouvelles technologies à l'avenir. L'utilisation d'un cadre décisionnel structuré autour d'objectifs immédiats et futurs peut limiter le risque que les objectifs à court terme obscurcissent ou entravent la planification à long terme (Sandén et Azar, 2005).

La planification et la vision à long terme favorisent l'innovation durable

Au niveau de l'entreprise, les indicateurs de durabilité comprennent les preuves d'un environnement réglementaire favorable (p. ex. d'encouragements à long terme) et des énoncés de mission clairs à l'égard de l'innovation, ainsi que du temps d'employé et d'entreprise dédié (DIISR, 2009). Par exemple, dans son examen des objectifs à long terme de durabilité urbaine pour les villes intelligentes, Bibri (2020) a constaté que ces objectifs traduisaient les changements apportés aux systèmes environnementaux, économiques et sociaux, qui dépendent de l'interaction de facteurs sociopolitiques, des décisions de mise en œuvre, des nouvelles connaissances et des politiques réglementaires. Les progrès nécessitent donc la recherche scientifique, l'innovation technologique, la planification, le développement et l'analyse de différents éléments qui aboutissent à la formulation et à la mise en application de nouvelles stratégies de suivi (Bibri, 2020). La prospective aide à cerner les futurs souhaités et ouvre la voie

à des feuilles de route pratiques et à l'analyse rétrospective (une stratégie qui commence par une vision d'un futur plausible et travaille à rebours pour définir les étapes nécessaires pour atteindre cette vision). Les acteurs peuvent se préparer pour l'avenir en fixant des jalons et des objectifs, et en attribuant des indicateurs permettant de suivre et d'orienter l'innovation vers un avenir souhaité, tout en comprenant l'indétermination et l'incertitude de ce futur possible (Bibri, 2020).

6.3 Sécurité

L'écosystème de la STIC du Canada mène des recherches et d'autres activités qui ont des répercussions sur la sécurité nationale et internationale. Ces répercussions peuvent être directes, comme c'est le cas pour la R-D à application militaire, ou indirectes, comme la recherche concernant les changements climatiques, la sécurité alimentaire, les pandémies ou les technologies à double usage. Le Canada ne dispose pas d'une stratégie de sécurité nationale accessible au public permettant de définir et de hiérarchiser les domaines dans lesquels les risques pour la sécurité nationale ou internationale recourent les partenariats internationaux en STIC.

Les menaces qui pèsent sur la durabilité nuisent à la sécurité nationale. Par exemple, les changements climatiques sont un facteur contribuant de façon importante à de multiples menaces (p. ex. aux catastrophes naturelles) qui peuvent peser sur les ressources nationales, ce qui diminue la capacité du Canada à répondre aux demandes internationales (Shull et Wark, 2021). Les activités de STIC sont cruciales pour la capacité du pays à comprendre et atténuer ces menaces, à s'y adapter et à tirer parti des possibilités. Pensons notamment à la R-D sur les technologies qui appuient la sécurité alimentaire, prévoient les événements météorologiques extrêmes et permettent de détecter les maladies émergentes et d'y réagir, laquelle peut devenir une cible de l'espionnage étranger (Shull et Wark, 2021).

Autrefois, la R-D était largement motivée par un besoin de suprématie militaire, soit à des fins d'armement, de surveillance et de conception de technologies médicales, qui « percolaient » ensuite jusqu'au domaine commercial (Alic *et al.*, 1992). Avec la fin de la guerre froide, la motivation de la R-D industrielle est passée à des utilisations principalement commerciales, la défense étant reléguée au second plan (Alic *et al.*, 1992). Toutefois, la science, la technologie et la géopolitique sont unies par un lien bidirectionnel (Skolnikoff, 1993), et tant l'innovation que les partenariats d'innovation sont soumis au changement des préoccupations géopolitiques en matière de sécurité. Ce lien signifie que les priorités de la recherche et les partenaires évoluent — tout comme les orientations sur le partage des données et des technologies — en fonction du contexte mondial contemporain (Wilner *et al.*, 2022). Étant donné que les partenariats internationaux en STIC comportent des risques et des avantages, les décisions de poursuivre les possibilités de partenariats devraient

idéalement inclure une réflexion sur la sécurité de la recherche et sur les résultats potentiels de la recherche (p. ex. les utilisations non voulues ou les autres externalités découlant des nouvelles technologies), ainsi que sur le contexte géopolitique dans son ensemble.



Ce que nous avons entendu

La sécurité est au centre des préoccupations de nombreuses organisations, mais elle est un phénomène relativement récent. Plusieurs organismes de STIC canadiens interrogés dans le cadre de ce rapport ont avancé que la formation, les procédures formalisées et un accès plus large aux données sur les questions de sécurité et de géopolitique pourraient améliorer la prise de décision, notamment en permettant de savoir qui peut fournir des conseils, quels sont les risques et comment les minimiser. Bien que les personnes interrogées comprenaient la nécessité de restreindre l'accès à l'information dans ce domaine, elles ont relevé que l'absence d'orientations précises limitait la prise de décision efficace en matière de sécurité.

De nombreuses organisations se tournent vers des experts extérieurs pour obtenir des renseignements sur la sécurité, en particulier vers les ministères et organismes fédéraux tels que le Service canadien du renseignement de sécurité, Innovation, Sciences et Développement économique Canada, Affaires mondiales Canada, le Conseil national de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada et Sécurité publique Canada. Les personnes interrogées ont décrit les nouveaux problèmes de sécurité comme une cible mouvante à laquelle il est difficile de s'adapter, certaines affirmant que les renseignements sur la sécurité devaient être anticipatoires afin de mieux faire face aux risques futurs. Comme d'autres éléments des relations internationales, l'innovation repose sur l'adaptation aux menaces, mais elle nécessite les renseignements et la prévoyance permettant une adaptation stratégique.

Former des partenariats en STIC demande de mettre en balance les avantages de la collaboration — qu'ils soient technologiques, économiques, humanitaires ou diplomatiques — et le risque d'aggravation des menaces à la sécurité nationale. Les États qui ne financent pas les partenariats internationaux se privent de l'accès à la recherche de pointe et des possibilités de transfert de connaissances, au

détriment de la compétitivité, de la création de richesse et du bien public (Johnson *et al.*, 2022). Néanmoins, les partenariats internationaux en STIC posent des risques pour la sécurité nationale, comme le transfert non autorisé de la propriété intellectuelle relative à des applications militaires ou au double usage (p. ex. armement ou surveillance) ou le vol de résultats de recherche qui procurent des avantages économiques et renforcent la compétitivité nationale. En période de tensions géopolitiques, les effets indirects de la sécurité de la recherche (p. ex. sur la propriété intellectuelle) sont de plus en plus considérés comme une question de sécurité nationale (Wilner *et al.*, 2022).

6.3.1 Indicateurs de sécurité nationale

Les questions de sécurité nationale « touchent les menaces à la population, aux valeurs et institutions démocratiques, à l'économie, à la société ou à la souveraineté du Canada dont l'envergure requiert une réponse nationale » (Groupe de travail sur la sécurité nationale de l'ÉSAPI, 2022). Les risques pour la sécurité canadienne qui intéressent le plus les partenariats en STIC sont ceux concernant les États-nations (p. ex. risques militaires, espionnage parrainé par l'État ou cyberattaques) et les menaces nationales et transnationales¹² (p. ex. changements climatiques, catastrophes naturelles ou épidémies) (Shull et Wark, 2021; Groupe de travail sur la sécurité nationale de l'ÉSAPI, 2022). La science et les partenariats scientifiques font partie, par le biais de la diplomatie scientifique, de la stratégie de promotion de la sécurité, de la paix et de la prospérité depuis au moins la Seconde Guerre mondiale, même si, comme toute diplomatie, la diplomatie scientifique a connu son lot de revers (Colglazier, 2018).

Relever les défis mondiaux nécessite la libre circulation des personnes et des idées (Shull et Wark, 2021). Toutefois, l'évolution actuelle du tableau des menaces souligne à quel point le système multilatéral contemporain de règles et d'institutions, qui pourrait favoriser cette coopération internationale, est de plus en plus mis à l'épreuve (Groupe de travail sur la sécurité nationale de l'ÉSAPI, 2022). L'évaluation et la priorisation des partenariats en STIC potentiels doivent donc tenir compte du rôle que ces partenariats peuvent jouer à la fois dans la protection et dans l'affaiblissement de la sécurité nationale du Canada. La Liste des marchandises et technologies d'exportation contrôlée et l'Arrangement de Wassenaar¹³ peuvent fournir des indications sur les technologies à double usage, car ils répertorient les matériaux, les technologies et les composants ayant des usages militaires potentiels ou réels (Horwitz et Wang, 2021).

12 « Les menaces à la sécurité transnationale peuvent être définies comme des menaces non militaires qui transcendent les frontières et touchent soit l'intégrité politique et sociale d'une nation, soit la santé des habitants de cette nation » (Smith et Berlin, 2000).

13 L'Arrangement de Wassenaar est un « régime volontaire de contrôle des exportations dont les 42 membres échangent des renseignements sur les transferts d'armes conventionnelles et de biens et technologies à double usage » (ACA, 2022).



Ce que nous avons entendu

Les organismes interrogés ont déclaré que la mesure dans laquelle la sécurité influe sur les partenariats est déterminée au cas par cas, afin d'évaluer le risque de mauvaise utilisation du projet ou de militarisation de la confiance au détriment des avantages nationaux et internationaux potentiels. La sécurité et le vol des données, ainsi que la possession et la fuite de la propriété intellectuelle, figuraient parmi les préoccupations les plus courantes, bien que les organisations canadiennes de STIC dont les recherches pourraient être utilisées à mauvais escient ou à des fins militaires étaient très soucieuses de garantir la sécurité et la sûreté.

Dans son rapport annuel 2020, le Comité des parlementaires sur la sécurité nationale et le renseignement a actualisé l'aperçu des menaces à la sécurité nationale¹⁴ pour le Canada (CPSNR, 2021). Il a défini cinq catégories de menaces prioritaires : « le terrorisme, l'espionnage et l'ingérence étrangère, les cyberactivités malveillantes, le crime organisé d'envergure et les armes de destruction massive. » Il a également désigné des menaces particulières, notamment l'espionnage ciblant les secteurs canadiens de la santé, de la science et de la technologie, les cybermenaces pesant sur les infrastructures essentielles et le risque d'utilisation d'armes nucléaires, chimiques et biologiques et de prolifération de technologies à double usage (CPSNR, 2021).

Un compromis à envisager est l'équilibre entre les inconvénients et les avantages d'une collaboration avec des partenaires d'États autoritaires, notamment la Russie et la Chine. De nombreux gouvernements démocratiques admettent que, dans les domaines d'intérêt mutuel, il est nécessaire de continuer à travailler avec ces États (p. ex. GC, 2023h). Toutefois, ces travaux ne doivent pas « permettre à des pays d'utiliser leur position sur le marché des matières premières, des technologies ou des produits clés pour perturber notre économie ou exercer un effet de levier géopolitique indésirable » (Secretary of the Treasury, 2022).

Le budget 2023 prévoit des mesures visant à « protéger l'économie canadienne », tout en reconnaissant que « [l]a dépendance envers les dictatures pour l'acquisition de biens et de ressources clés est une grande vulnérabilité stratégique

14 À l'exclusion des menaces militaires, qui sont du ressort du ministère de la Défense nationale et des Forces armées canadiennes.

et économique » (GC, 2023c). La protection de l'économie passe par l'ami-étayage (*friendshoring*) ou l'allié-étayage (*allyshoring*), auquel le Canada et nombre de ses alliés ont recours pour bâtir des chaînes d'approvisionnement qui passent de préférence par des économies partenaires de confiance afin qu'elles soient plus résilientes (AMC, 2021b; GC, 2023c; McDonagh, 2023). Les régimes autocratiques, en tant que concurrents, se lancent dans l'innovation dans le but de concevoir des armes et à des fins militaires, ce qui crée le besoin d'une STIC militaire avec les alliés canadiens (MDN, 2022). En 2022, il y avait plus d'États autocratiques que d'États démocratiques dans le monde, consécutivement à une tendance à la hausse de l'autocratie amorcée il y a une décennie (BTI, 2022). Les indices de transformation politique, de transformation économique et de gouvernance, tels que ceux fournis dans le rapport *Democracy Report* de l'indice de transformation Bertelsmann, peuvent éclairer les dimensions sécuritaires de la prise de décision concernant les partenariats internationaux en STIC (BTI, 2022).

L'appartenance à des réseaux de sécurité de confiance peut constituer un indicateur général de sécurité nationale

Comme il est indiqué à la section 5.5, l'appartenance à des réseaux de sécurité de confiance (p. ex. Groupe des cinq ou l'OTAN) est un précieux indicateur d'un partenaire sûr pour nombreuses organisations nationales de STIC lorsqu'elles évaluent les risques de sécurité. Le partage des données sur les risques et les technologies étant un élément essentiel de l'engagement international au sein d'alliances sûres, les alliances de sécurité au sein du Groupe des cinq et de l'OTAN constituent en elles-mêmes d'importants partenariats en STIC. Pour les partenaires de confiance tels que les pays du Groupe des cinq, la sécurité est souvent présumée, alors que la géopolitique peut être le principal critère décisionnel pour une entreprise commune avec un partenaire qui n'est pas un partenaire de confiance. Les partenaires dont les valeurs déclarées et les comportements passés concordent avec ceux du Canada peuvent représenter des possibilités directes de partenariats. Les actuelles relations de confiance dans le domaine de la recherche peuvent également indiquer une concordance avec d'autres valeurs, comme le soutien à la démocratie libérale et aux droits de la personne. Cependant, le fait de dépendre d'un petit nombre de relations crée un coût de renonciation, car les organisations de STIC peuvent alors renoncer à des possibilités possiblement fructueuses avec de nouveaux partenaires.



Ce que nous avons entendu

De nombreux organismes canadiens interrogés dans le cadre de ce rapport ont décrit les partenariats internationaux en STIC comme un compromis entre la sécurité et l'intérêt général, prospérité économique comprise. L'une des façons de fixer des priorités tout en tenant compte des menaces pour la sécurité est d'évaluer les risques posés par les différentes technologies étudiées. Certaines recherches présentent plus de risques que d'autres et méritent un examen plus approfondi. Les projets comportant un risque élevé pour la sécurité peuvent être limités à des partenaires de confiance (p. ex. les pays du Groupe des cinq), tandis que ceux qui présentent un faible risque de vol ou de militarisation peuvent être menés avec une plus vaste gamme de partenaires. De même, si les avantages pour la communauté internationale sont suffisamment importants ou si la science permet de faire suffisamment progresser une priorité du gouvernement du Canada (p. ex. l'amélioration de la sécurité alimentaire), un plus grand nombre de partenaires pourraient être inclus dans la recherche, car les bienfaits potentiels l'emporteraient sur le risque pour la sécurité.

Les partenariats avec des pays dont les gouvernements enfreignent les valeurs du Canada, ou portent atteinte à sa sécurité, pourraient nuire à sa réputation ou compromettre sa position mondiale, même si la contribution à des actions amORALES est indirecte ou involontaire. Les partenariats avec, par exemple, des entités figurant sur la *Liste des pays visés* et celles visées par la *Loi sur les mesures économiques spéciales* ou par la *Loi sur les Nations Unies* comportent des risques intrinsèques pour la sécurité nationale (AMC, 2017c; GC, 2021e); à partir de décembre 2023, une autorisation spéciale d'AMC pourrait être requise pour s'engager dans des partenariats de recherche avec des personnes ou des organisations du Belarus, de Birmanie, de Chine, d'Haïti, d'Iran, du Nicaragua, de Corée du Nord, de Russie, du Soudan du Sud, du Sri Lanka, de Syrie, d'Ukraine, du Venezuela et du Zimbabwe (GC, 1992, 2023j). En outre, la non-participation à certains régimes internationaux relatifs au développement scientifique, tels que le régime de commerce et de contrôle des armes, peut également signaler des risques pour la sécurité et guider les décisions concernant les relations internationales. Par exemple, les non-signataires du *Traité des Nations Unies sur le commerce des armes* peuvent être considérés comme agissant en dehors des normes internationales de conception et d'utilisation responsables de certaines technologies (ATT, s.d.).

La sécurité nationale est complexe et de nombreux indicateurs sont nécessaires pour parvenir à une orientation

Prikazchikov *et al.* (2021) ont conçu un modèle qui utilise des indicateurs de sécurité nationale, de durabilité, sociaux et économiques pour évaluer la stabilité et la sécurité nationales actuelles et pour prévoir les risques susceptibles de nuire à cette sécurité nationale dans un avenir proche. Ce modèle combine les indicateurs économiques (p. ex. la dette nationale extérieure et le taux de chômage) et les indicateurs de responsabilité sociale (p. ex. le respect de la réglementation environnementale, les dépenses de santé, d'éducation, de science et d'activités culturelles) avec les indicateurs de sécurité. Les indicateurs de sécurité comprennent la capacité militaire (p. ex. les dépenses de défense nationale, la présence ou la taille de l'arsenal nucléaire, l'implication dans des conflits internationaux ou civils ou le commerce illégal d'armes), tandis que les indicateurs de durabilité peuvent être les maladies et les épidémies (indicateurs négatifs) ou les nouvelles entreprises énergétiques (indicateurs potentiellement positifs) (Prikazchikov *et al.*, 2021). Ces données peuvent étayer les cadres, l'élaboration de scénarios et les modèles prévisionnels en donnant une idée de l'instabilité politique et en éclairant la planification de la recherche (Ministère de la Sécurité et de la Justice des Pays-Bas, 2014; Prikazchikov *et al.*, 2021; SP, 2023). L'indice des menaces à la sécurité de TheGlobalEconomy.com utilise les menaces pesant sur un État (p. ex. les attaques et attentats à la bombe) comme indicateurs de fragilité et de sécurité (TheGlobalEconomy.com, 2023).

En règle générale, la sécurité et la stabilité sont de précieux indicateurs pour les partenariats en STIC, mais pour des raisons de test ou de développement international, il peut être nécessaire de faire des exceptions en ce qui concerne les partenariats en STIC dans les régions instables. L'indice de paix mondial se concentre sur trois catégories d'indicateurs : la sécurité sociétale, les conflits nationaux et internationaux en cours et le degré de militarisation (IEP, 2023). Pour certains partenariats, il peut être approprié de se concentrer sur un secteur de sécurité particulier — en utilisant des indices et des indicateurs pertinents, par exemple, dans le cas de la sécurité énergétique (Mara *et al.*, 2022).

6.3.2 Indicateurs d'ingérence et d'influence étrangères

L'ingérence étrangère désigne l'activité d'un État étranger dans le but de promouvoir ses intérêts, délibérément et secrètement, au détriment de ceux du Canada (SCRS, 2022b). Cette activité se distingue de la diplomatie normale, du lobbying et même de la concurrence entre États. La recherche universitaire et industrielle est l'une des principales cibles des campagnes d'ingérence étrangère, dans le cadre desquelles des acteurs malveillants utilisent le recrutement, les investissements directs étrangers et des tactiques économiques pour exercer un

contrôle sur le Canada (SCRS, 2022b). La *Loi sur Investir au Canada* et les directives qui l'accompagnent donnent une idée des secteurs de la STIC qui peuvent être la cible d'une ingérence étrangère fondée sur l'investissement, par exemple, les ressources naturelles et les infrastructures essentielles; les technologies nécessitant des données précieuses ou personnelles (p. ex. des données biométriques ou financières) et les technologies sensibles (p. ex. l'IA, l'aérospatiale, le quantique et la biotechnologie) (GC, 2017b, 2021g, 2023e). Comme en témoignent les déclarations ministérielles conjointes et les lignes directrices publiées, le gouvernement du Canada soumet les partenariats de recherche à un contrôle de sécurité accru (GC, 2021e, 2023a). Cela donne à penser que les organisations canadiennes actives dans des domaines sensibles pourraient devoir accorder plus d'importance aux indicateurs d'ingérence étrangère — tels que les politiques publiques et étrangères d'autre pays — lorsqu'elles prennent des décisions à propos des partenariats internationaux (encadré 6.2).

Encadré 6.2 Conséquences des politiques chinoises sur les partenariats en STIC avec le Canada

La participation étrangère peut être utilisée pour promouvoir les intérêts d'un autre État au détriment des intérêts canadiens. Les politiques stratégiques chinoises en matière de recherche médicale et de R-D pharmaceutique — telles que « Made in China 2025 » et l'initiative de médecine de précision — encouragent des pratiques telles que le ciblage des premiers stades de développement (p. ex. les propositions de subventions), l'achat d'entreprises possédant des technologies clés et le fait de devenir un goulet d'étranglement pour les ingrédients pharmaceutiques ou les médicaments génériques. Dans le processus décisionnel chinois concernant les partenariats en STIC, la viabilité économique n'est pas le seul critère d'évaluation des occasions. L'État acceptera ainsi l'inefficacité pour acquérir la technologie qui l'intéresse, ce qui pourrait avoir comme conséquence une surenchère et un paiement excessif des actifs mondiaux. Cette stratégie pourrait également entraîner une baisse de la valeur marchande et nuire aux entreprises privées qui ne bénéficient pas du même soutien de l'État ou d'un financement durable. Les partenariats en STIC peuvent donc devoir prendre en compte le risque posé par la participation étrangère, afin de réaliser pleinement les avantages pour le Canada.

(Tatlow *et al.*, 2021)

Les données sur l'influence étrangère peuvent servir à évaluer les partenariats potentiels

Le gouvernement du Canada exige des évaluations de la participation, contrôle et influence de l'étranger (PCIE) pour toutes ses activités externalisées demandant l'accès à des renseignements ou à des réseaux potentiellement sensibles (p. ex. à l'OTAN ou aux services de sécurité des communications (COMSEC)) (SPAC, 2022). Les types de données que l'on retrouve dans ces évaluations pourraient éclairer les décisions de partenariat international en STIC. En général, les données relatives à la PCIE portent sur le pays d'origine des principaux actionnaires de l'entreprise, de ses administrateurs et de ses principaux détenteurs de contrats et clients, ainsi que sur ses responsabilités financières et légales, telles que le respect de la réglementation concernant le contrôle des exportations et le transfert de technologie (DCSA, 2010; U.S. GSA, 2018). Les indicateurs de PCIE mesurés dans l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement d'un produit peuvent révéler des risques découlant de la participation d'un État hostile qui peuvent ne pas être apparents si l'on considère uniquement la participation des partenaires (Exiger, 2022). Ce type d'analyse peut révéler des risques de sécurité cachés d'un partenariat qui permettrait à des gouvernements étrangers d'accéder à des données et à des technologies sensibles (Masters *et al.*, 2023). Les renseignements sur les activités d'un partenaire potentiel avec des acteurs étrangers permettent de déceler les risques actuels d'influence et d'interférence; ils n'éliminent toutefois pas les risques, car les pratiques commerciales en cours durant le partenariat peuvent exposer les deux parties à l'influence étrangère.

Les investissements étrangers hostiles dans les industries canadiennes de STIC sont particulièrement préoccupants, puisqu'ils consistent pour des entreprises publiques ou liées à l'État à acquérir des entreprises ou à effectuer des appels d'offres pour avoir accès à des infrastructures essentielles et à des secteurs stratégiques ou pour en prendre le contrôle, ou encore pour favoriser l'espionnage et le transfert illégal de technologie et d'expertise (SCRS, 2022a). Les provinces et les territoires visent la croissance par l'investissement dans les secteurs de l'économie du savoir — TIC, biosciences, fabrication et technologies propres — qui sont des cibles attrayantes pour les agents étrangers. Par exemple, plusieurs d'entre eux abritent des zones essentielles au maintien et au soutien des chaînes d'approvisionnement et de l'économie d'importation et d'exportation du Canada (SCRS, 2022a). On pourrait donc recourir aux indicateurs d'influence et d'ingérence étrangères et aux techniques d'évaluation pour déceler les menaces pesant sur ces secteurs, puisqu'elles pourraient nuire à la sécurité, à la durabilité et à la résilience du Canada.

Les établissements d'enseignement supérieur et de recherche ont également besoin de moyens et de méthodes pour réduire l'influence étrangère. Par exemple, une plus faible liberté universitaire dans un pays où se trouve un partenaire de STIC potentiel — mesurée par des indices tels que l'indice de liberté académique (*Academic Freedom Index*) — peut être le signe d'un plus grand potentiel d'influence étrangère dans les universités ou les établissements de recherche de l'autre pays (CE, 2022). Les données de cette nature peuvent être suffisantes pour évaluer les projets à faible risque.

L'indice de capacité officielle d'influence bilatérale (FBIC) mesure le potentiel d'influence étrangère à partir de deux critères principaux : l'ampleur de l'interaction économique, politique et sécuritaire (sur une période donnée) et le degré de dépendance d'un État par rapport à l'autre pour la réussite économique et la sécurité (p. ex. le niveau des échanges commerciaux total ou en proportion du PIB) (Moyer *et al.*, 2021). Cet indice ne tient pas compte des activités secrètes, mais il utilise des mesures économiques (p. ex. les accords commerciaux ou l'aide), des liens de sécurité (p. ex. les transferts et les importations d'armes ou les alliances militaires) et des critères politiques (p. ex. l'adhésion à des organisations intergouvernementales) (Moyer *et al.*, 2018). L'indice FBIC peut servir de source de données dans la prise de décision concernant les partenariats en STIC, mais c'est aussi un exemple de la façon dont il est possible de combiner des indicateurs relatifs au commerce, à l'économie, à la sécurité et à l'appartenance intergouvernementale pour renseigner sur des priorités plus complexes (Moyer *et al.*, 2018). Par exemple, il peut aider à déterminer les pays dans lesquels l'influence étrangère est forte, et qui sont donc susceptibles de présenter un risque pour la sécurité, mais il permet aussi de cerner les domaines dans lesquels l'influence adverse est faible ou en déclin, et révéler ainsi une possibilité de partenariat.

La vulnérabilité à l'influence étrangère peut également éclairer les évaluations

De nombreux pays peuvent ne pas chercher eux-mêmes à nuire aux intérêts canadiens, mais être sensibles à l'influence étrangère. L'influence étrangère sur les pays partenaires peut donner à des adversaires les moyens de peser indûment sur les établissements canadiens ou de menacer la sécurité des données. L'indice de vulnérabilité GLOBSEC tente de quantifier la vulnérabilité ou la résistance à l'influence étrangère de huit pays (GLOBSEC, 2021). Il prend en compte, entre autres, l'attitude du public à l'égard de la Russie et de la Chine et les alliances favorables, telles que l'Union européenne ou l'OTAN. Les attitudes sont combinées avec des données et des indices relatifs à l'administration publique, au paysage de l'information, à l'espace civique et universitaire et à la situation politique afin de saisir les aspects de la résilience du gouvernement, de la liberté des médias et

de la protection et de la liberté civiles et universitaires (GLOBSEC, 2021). Bien que cet indice ne s'applique directement qu'aux huit pays concernés, il montre comment ces types de données peuvent éclairer les décisions de partenariat lorsqu'elles sont incluses dans d'autres cadres.

6.3.3 Indicateurs de cybersécurité

Les nouvelles technologies perturbatrices — telles que celles permettant des avancées dans les domaines de la cybernétique, des télécommunications, du traitement des données et de l'analyse — sont prometteuses pour l'amélioration du bien-être collectif au Canada, mais elles contribuent également à l'évolution de la situation de la menace (Shull et Wark, 2021). Les technologies de reconnaissance faciale et d'apprentissage automatique sont des technologies à double usage qui peuvent aussi être employées à des fins de renseignement et de surveillance. D'autre part, les cyberattaques et les attaques au rançongiciel sont aujourd'hui des menaces pour la sécurité nationale du Canada; elles proviennent du crime organisé, découlent de la vulnérabilité des infrastructures critiques (Shull et Wark, 2021) et sont un élément de campagnes d'ingérence étrangère (SCRS, 2022b) et d'espionnage industriel (encadré 6.3). La Stratégie nationale de cybersécurité du gouvernement du Canada, publiée en 2018, reconnaît explicitement les menaces posées par la cybersécurité — notamment les rançongiciels et les atteintes à la protection des données et à la vie privée — et le vol de propriété intellectuelle ou de stratégie commerciale, et note que les attaques contre les systèmes gouvernementaux, les infrastructures critiques et les institutions démocratiques sont de plus en plus perfectionnées (SP, 2018).

Encadré 6.3 Le cyberespionnage au Canada

Le rapport *Cyberincidents géopolitiques au Canada* fait état de 75 attaques présentant « des ramifications d'ordre stratégique et touchant aux rivalités entre États » entre 2010 et 2022. Parmi ces attaques, 45 sont considérés comme des « opérations de cyberespionnage ». Les attaques étaient principalement le fait d'acteurs étrangers, et poursuivaient souvent des fins militaires, politiques ou économiques. Environ la moitié des attaques d'espionnage ciblaient de grandes entreprises technologiques, des universités et d'autres entités spécialisées dans la R-D, tandis qu'un quart visaient des organismes gouvernementaux. Le cyberespionnage industriel se concentrait sur les secteurs des technologies de l'information, de la finance, de l'énergie et de l'aérospatiale. Le rapport nomme la Chine, l'Iran, la Corée du Nord et la Russie comme origine géographique de deux tiers des attaques; cependant, il note également que leurs gouvernements ne sont pas nécessairement responsables. Un cinquième des attaques étaient d'origine inconnue. Ces données peuvent éclairer les indicateurs de risque de cybersécurité utilisés dans la prise de décisions concernant les partenariats régionaux.

(Gagnon *et al.*, 2022)

Les données relatives aux cyberattaques peuvent contribuer à l'élaboration d'indicateurs de sécurité plus vastes

Le Centre de la sécurité des télécommunications (CST), l'organisme national de cryptologie du Canada, publie des rapports et fournit des conseils sur les menaces et les vulnérabilités critiques en matière de cybersécurité par l'intermédiaire du Centre canadien pour la cybersécurité (Centre pour la cybersécurité, 2023). Ce dernier a produit des rapports et des études de cas sur la protection du système de santé canadien contre les cyberattaques — par exemple par le biais des dispositifs médicaux et d'équipements de recherche en santé connectés (Centre pour la cybersécurité, 2020, 2021). Il tient également une base de données « des alertes et des avis des cybermenaces, des vulnérabilités ou des incidents possibles, imminents ou réels touchent ou pourraient toucher les infrastructures essentielles du Canada » (Centre pour la cybersécurité, 2022c). Son Programme d'audit de la cybersécurité et sa méthodologie harmonisée d'évaluation des menaces et des risques peuvent également contribuer à produire les informations nécessaires pour éclairer les décisions de partenariat (Centre pour la cybersécurité, 2022a, 2022b). Selon le CST, la Chine, l'Iran et la Russie ont

manifesté leur intention de développer des capacités de cyberattaques contre les systèmes de contrôle industriels des infrastructures (comme indiqué dans CPSNR, 2021). Des opérations cybernétiques dans lesquelles la Russie a ciblé des infrastructures critiques ont également été confirmées aux États-Unis (U.S. CISA, 2018). Enfin, le CST a constaté que des acteurs russes avaient tenté de compromettre certaines cibles canadiennes par le biais de cyberattaques, bien qu'aucun détail n'ait été rendu public (indiqué dans CPSNR, 2021).

Hors Canada, l'Indice mondial de cybersécurité de la Commission européenne fournit des indicateurs sur les mesures légales, techniques et organisationnelles, sur le renforcement des capacités et sur la coopération en matière de cybersécurité, qui peuvent être particulièrement instructifs pour les partenariats internationaux en STIC (CE, 2021b). Cet indice peut être mis en corrélation avec d'autres indices de la Commission européenne (p. ex. l'indice des États fragiles ou l'indice d'innovation) afin d'améliorer la connaissance des niveaux de résilience, de sécurité et de durabilité à l'échelon national (CE, 2021b). Le Nasdaq a également créé divers indices et rapports sur la cybersécurité portant sur les entreprises et les pays, axés sur les atteintes à la confidentialité des données, les attaques et les avancées en matière de sécurité nationale et industrielle (Nasdaq, 2023). En outre, les cotes de sécurité établies par des entreprises privées (p. ex. UpGuard) peuvent fournir une évaluation externe de la cybersécurité (Tunggal, 2022). Elles s'appuient sur des ensembles de données commerciales et de sources ouvertes, qui sont recueillis et évalués pour produire des notes utilisables pour mesurer la sécurité d'une organisation et la comparer à d'autres organisations du même secteur (Tunggal, 2022).

6.3.4 Critères de sécurité de la recherche

Les activités de STIC contribuent de manière notable au bien-être économique du Canada. Les acteurs étatiques étrangers hostiles peuvent donc être particulièrement intéressés par des secteurs de l'économie canadienne liés à la recherche qui leur offriraient des avantages économiques similaires (SCRS, 2022a). Dans le contexte de la recherche militaire, Recherche et développement pour la défense Canada (RDDC) offre des « solutions en matière de science et de technologie » aux communautés militaire et de sécurité publique par le biais de collaborations avec l'industrie, avec les universités et avec les ministères (fédéraux, provinciaux et territoriaux) et les services municipaux, ainsi qu'avec des alliés internationaux (RDDC, 2021). Les partenariats internationaux de RDDC comprennent des accords multilatéraux et de haute sécurité, tels que le Programme de coopération technique entre le Groupe des cinq et l'Organisation pour la science et la technologie de l'OTAN (RDDC, 2021). La compatibilité entre les valeurs de la recherche, les codes juridiques, les idéologies politiques et les intérêts nationaux des pays est d'ailleurs un critère important de la confiance et de la sécurité dans les partenariats internationaux en STIC (NWO, 2022).

Les critères relatifs de sécurité de la recherche au niveau des projets peuvent éclairer des évaluations plus larges de la sécurité

Dans ses *Lignes directrices sur la sécurité nationale pour les partenariats de recherche* (GC, 2021e), le gouvernement du Canada reconnaît que les partenariats de recherche internationaux peuvent créer les risques de sécurité nationale suivants :

- Accès indésirable aux données de recherche et ingérence dans celles-ci;
- Vol de données de recherche;
- Perte de propriété intellectuelle, de possibilités de brevet et de revenus potentiels d'applications commerciales;
- Conséquences juridiques ou administratives;
- Perte de partenariats futurs potentiels;
- Ternissage de la réputation.

Certains domaines de recherche peuvent présenter un intérêt plus grand pour les acteurs étrangers, en particulier ceux qui comportent le recueil et l'utilisation de renseignements sensibles (p. ex. les données personnelles) et ceux qui ont un potentiel de double usage (p. ex. l'aérospatiale, la biotechnologie, la science quantique et la robotique) (GC, 2021e). Les évaluations de partenariats de recherche potentiels doivent donc inclure les critères de sécurité suivants :

(i) Préoccupations propres au projet, telles que

- les objectifs et les découvertes de la recherche présentant un intérêt pour des gouvernements étrangers, leurs forces armées ou leurs représentants;
- les domaines de recherche susceptibles d'avoir des applications militaires, policières ou de renseignement;
- les données potentiellement sensibles¹⁵, telles que les données personnelles ou les grands ensembles de données;
- les méthodologies ou découvertes de recherche susceptibles d'avoir une incidence sur les infrastructures critiques;

(ii) Critères relatifs aux partenaires de recherche, tels que

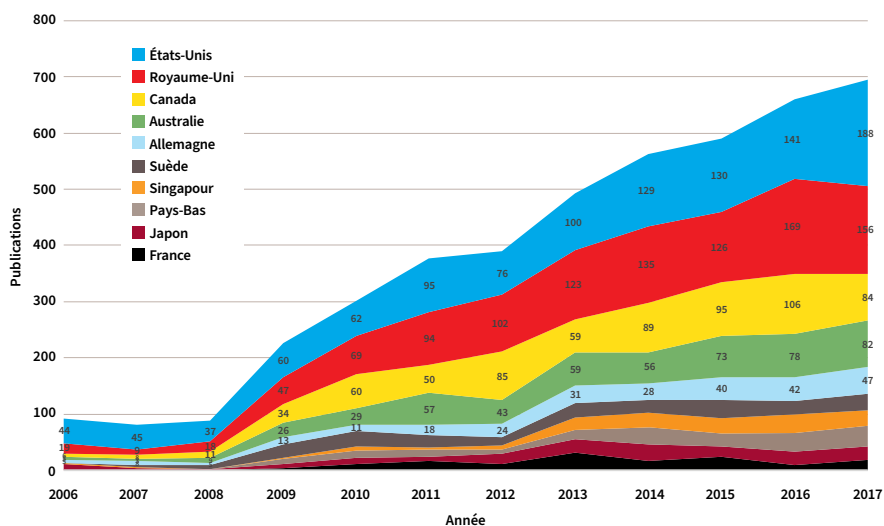
- les filiales, sociétés mères ou affiliés de gouvernements tiers, ou de leurs forces armées et organisations représentantes;
- les conflits d'intérêts potentiels;
- le transfert de connaissances et le droit de propriété intellectuelle des pays d'accueil (GC, 2021e).

¹⁵ Les domaines de recherche sensible comprennent les armes conventionnelles, la technologie des missiles et des fusées, la technologie spatiale, les armes et agents chimiques et biologiques et les programmes nucléaires (GC, 2021d).

Ces critères représentent la partie relative à l'organisation partenaire des *Lignes directrices sur la sécurité nationale pour les partenariats de recherche*, qui peuvent être utilisées avec le document du gouvernement du Canada intitulé *Faire preuve de diligence raisonnable en utilisant des renseignements de sources ouvertes afin de protéger les partenariats de recherche* comme base pour les décisions de partenariat et la planification de l'atténuation des risques (GC, 2021e, 2023i). Ces outils sont probablement adaptés aux petits projets de recherche, pour lesquels les risques sont faibles; ils permettent d'éviter que les programmes soient soumis à des cadres trop complexes et peuvent aider les chercheurs à déterminer si leurs travaux présentent un risque plus élevé et nécessitent un examen plus approfondi. Dans les deux cas, les risques doivent être mis en balance avec les avantages potentiels d'un partenariat en STIC.

Les politiques étrangères en matière de recherche et d'éducation peuvent révéler des risques pour la sécurité de la recherche

Les liens étroits que les établissements de STIC chinois entretiennent avec l'armée et le gouvernement, ainsi que les obligations de déclaration auxquelles est soumis le personnel de ces établissements, ont des conséquences sur la sécurité de la recherche (Groupe de travail sur la sécurité nationale de l'ÉSAPI, 2022). Joske (2018) signale par exemple l'existence de pratiques de collaboration en matière de recherche entre des scientifiques de l'Armée populaire de libération (APL) et des chercheurs en Australie, au Canada, en Allemagne, au Royaume-Uni et aux États-Unis, entre autres (figure 6.3). Environ 300 scientifiques militaires chinois ont été envoyés au Canada entre 2007 et 2016 (Joske, 2018). Ces collaborations ont souvent été financées par les contribuables du pays d'accueil, car les scientifiques et ingénieurs de l'APL sont envoyés à l'étranger pour y obtenir un doctorat ou pour une excursion d'un ou deux ans en tant qu'étudiants ou universitaires invités. Ces scientifiques — dont les liens avec l'armée sont souvent occultés ou tus — sont chargés par la Chine de mener des recherches dans des secteurs technologiques présentant une valeur militaire stratégique, notamment la physique quantique, le traitement des signaux, la cryptographie, la navigation et les véhicules autonomes. La mesure dans laquelle les universités et les gouvernements en dehors de la Chine sont conscients de ces pratiques n'est pas claire (Joske, 2018).



Reproduit avec l'autorisation de Joske (2018)

Figure 6.3 Les 10 pays avec lesquels l'APL collabore le plus

Collaboration mesurée par le nombre de copublications avec des scientifiques de l'APL, de 2006 à 2017, d'après les publications figurant dans Scopus.

La Chine suit une stratégie globale d'acquisitions visant à renforcer ses capacités à long terme et à tirer parti de son infrastructure scientifique et technologique en exploitant les nouvelles informations, technologies et compétences (Tatlow *et al.*, 2021). Cette stratégie est soutenue par un ensemble diversifié d'acteurs, notamment les universités, les entreprises d'État ou soutenues par l'État et les petites entreprises à l'étranger, qui fonctionnent stratégiquement dans une zone grise de dénégaration plausible (Tatlow *et al.*, 2021). Par exemple, Stoff (2021) cite plusieurs documents de recherche publiés par des coauteurs des États-Unis et de Chine et note que l'affiliation des auteurs avec certaines universités chinoises (dont la mission principale est de soutenir la base industrielle de défense de la Chine et de favoriser la fusion civilo-militaire) et avec des écoles liées à la police armée de l'APL (une force paramilitaire qui assure la sécurité et la surveillance intérieures) était souvent absente des publications en langue anglaise.

Le suivi des projets de recherche en cours peut guider l'évaluation de la sécurité

Le suivi peut être instructif lorsque, par exemple, les sources de financement du projet de recherche ne sont pas claires ou cachées, lorsque le financement est conditionnel à la réalisation, au transfert ou à la reproduction de la recherche dans un pays étranger, ou lorsque des acteurs s'associent à un organisme qui a été accusé, a reconnu sa culpabilité ou a été trouvé coupable de fraude, de subornation, d'espionnage, de corruption et autres actes criminels (GC, 2021e). Une demande d'accès aux installations, aux réseaux ou aux actifs du Canada pour mener des recherches sans rapport avec le projet peut également constituer une preuve de risques pour la sécurité. Les contraintes imposées au dévoilement et à la communication des exigences financières ou éthiques devraient également susciter des inquiétudes, en particulier lorsqu'elles entrent en conflit avec les exigences de déclaration des organismes de financement canadiens. Mais il peut y avoir des indications plus subtiles de risques de sécurité pour les partenariats internationaux en STIC, comme les offres d'équipement ou de fournitures en dessous de la valeur du marché, surtout quand le prix est inférieur au coût. Les demandes d'exportation à des fins de recherche de matériel figurant sur la Liste des marchandises et technologies d'exportation contrôlée du Canada devraient également faire l'objet d'un examen plus approfondi (GC, 2021e). Le Regroupement des universités de recherche du Canada U15 (2019) a combiné plusieurs de ces indicateurs avec des indicateurs d'avantages économiques et politiques au sein d'une matrice de risques légère et proactive pour éclairer la prise de décision internationale en matière de STIC (encadré 6.4).

La recherche peut faire l'objet de brèches de sécurité en raison d'activités apparemment inoffensives, comme l'accès à distance au réseau Wi-Fi d'un particulier à l'aide d'un ordinateur professionnel commandité par l'État lors d'un séjour à l'étranger (GC, 2021d). D'autres situations peuvent être plus évidentes, parce qu'elles violent les politiques institutionnelles, mais leur impact potentiel sur la sécurité nationale être moins visible. Par exemple, il est facile d'expliquer la non-divulgence d'une affiliation et d'un financement étrangers, l'infraction aux lois sur les exportations ou aux politiques de transport ou l'accès à des renseignements non autorisés par une censée erreur de jugement ou une mauvaise compréhension des règles; cependant, de telles actions peuvent avoir de graves conséquences négatives pour la sécurité des données et la réputation de l'établissement et dénoter une importante influence étrangère indue (GC, 2021d).

Encadré 6.4 Prévoir les menaces à la sécurité de la recherche

U15 et Universités Canada (2019) ont élaboré conjointement un cadre permettant de mettre en balance les risques et les avantages commerciaux. Leur matrice d'impact des risques pondère les impacts (commerciaux, sur la sécurité nationale et sur les intérêts politiques nationaux ou internationaux) selon deux dimensions : l'ampleur et la probabilité de l'impact. Les indicateurs de risques suggérés comprennent la dissimulation des sources de financement, les pratiques de déclaration suspectes, les irrégularités concernant la fixation des prix (c.-à-d. les articles proposés en dessous de la valeur du marché) et l'exportation de marchandises contrôlées. L'impact commercial évalue la baisse des coûts, la taille du marché ou la croissance des revenus associés au domaine de recherche comme indicateurs prospectifs.

Un cadre simple comme celui-ci peut éviter aux petits projets sûrs les évaluations plus complètes, et onéreuses, utilisées pour les projets à haut risque et de grande valeur. Il définit les partenariats potentiels à forte valeur et faible risque comme des occasions. Il offre également une orientation claire pour tout projet à haut risque (p. ex. consulter le bureau de recherche pour obtenir des conseils sur les stratégies d'atténuation des risques). Plus l'accessibilité et la qualité des données consultées sont élevées, plus ce cadre peut fournir des orientations utiles (figure 6.4).

(U15 et Universités Canada, 2019)

(continue)

(a continué)

Risque faible (vert) : utilisez les processus standard pour protéger votre recherche.

Risque moyen (jaune) : envisagez de mettre en place des mesures supplémentaires d'évaluation et d'atténuation des risques, telles que celles suggérées dans le présent guide, en concertation avec votre bureau de recherche.

Risque élevé (rouge) : dans un premier temps, consultez votre bureau de recherche afin d'obtenir des conseils appropriés pour mieux évaluer les risques décelés et mettre en place des mesures d'atténuation efficaces.

Probabilité de l'impact potentiel	Élevée	Jaune	Rouge	Rouge
	Moyenne	Vert	Jaune	Rouge
	Faible	Vert	Jaune	Jaune
		Faible	Moyenne	Élevée

Ampleur de l'impact potentiel

Adapté avec l'autorisation de U15 et Universités Canada (2019)

Figure 6.4 Matrice des risques d'U15 et d'Universités Canada destinée aux chercheurs universitaires

La matrice des risques est un outil simple d'évaluation proactive des risques et des avantages facilitant l'évaluation des partenariats internationaux potentiels.

Facteurs de réussite du cadre

- 7.1 Prospective stratégique
- 7.2 Collecte et évaluation des données
- 7.3 Gouvernance
- 7.4 L'avenir

Rappelons les éléments du cadre des partenariats en science, technologie, innovation et production de connaissances (STIC) présentés tout au long de ce rapport. Il s'agit notamment d'exprimer les objectifs de l'exercice de priorisation des partenariats en déterminant les *Priorités nationales* (chapitre 2), d'utiliser ces objectifs pour examiner l'*Exploitation de la valeur* à partir des paysages de la STIC nationaux et internationaux actuels (chapitre 3) et d'établir les *Avantages pour le Canada* pertinents afin de choisir les critères, les mesures et les indicateurs appropriés (chapitres 4 à 6). Si ces éléments sont nécessaires au processus décisionnel, d'autres éléments — la prospective stratégique, la collecte et l'évaluation des données et la gouvernance — sont fondamentaux pour la réactivité, la longévité et le succès de ce cadre (figure 7.1).

Comme indiqué au chapitre 1, les acteurs de la STIC sont plus nombreux que jamais sur la scène mondiale et les décideurs disposent de plus de données, de renseignements et d'outils d'évaluation. Dans le même temps, la situation géopolitique est de plus en plus dynamique. Le Canada est bien placé pour entretenir et accroître ses succès dans ce paysage STIC mondial en pleine évolution, il aura pour cela besoin d'une approche stratégique et réactive. Pour réussir, la mise en œuvre d'un cadre décisionnel devra aider les processus déjà employés par les ministères et organismes fédéraux et non les entraver.



Ce que nous avons entendu

Les personnes interrogées, les participants aux ateliers et les conférenciers extérieurs ont mentionné à plusieurs reprises la nécessité d'une coordination et de canaux de communication clairs entre les organisations qui se lancent dans des partenariats internationaux. Ils ont également souligné que tout nouveau cadre ne devrait pas alourdir le fardeau bureaucratique ou imposer des contraintes à la réactivité ou à la souplesse du Canada dans la mise en œuvre de partenariats internationaux.

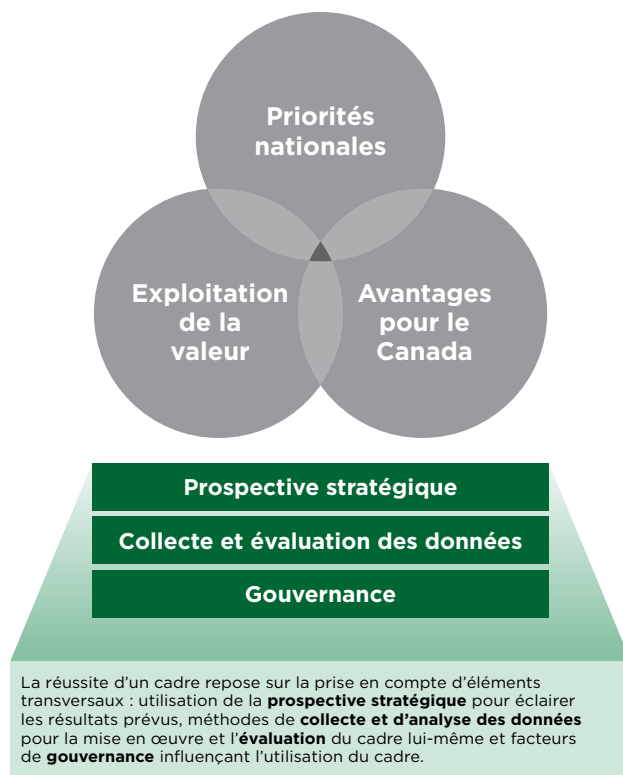


Figure 7.1 Éléments essentiels au succès : prospective stratégique, gouvernance et collecte et évaluation des données

Les principaux éléments d'un processus décisionnel — la fixation des objectifs pour répondre aux *Priorités nationales*, l'*Exploitation de la valeur* et la mesure des *Avantages pour le Canada* escomptés — sont incomplets sans une infrastructure de mise en œuvre. Une structure de gouvernance qui comprend la coordination, l'allocation des ressources et la responsabilisation contribue à garantir l'efficacité, la longévité et la transparence; des dépôts et des sources de données accessibles et à jour permettent d'assurer la réactivité; l'évaluation continue de la mise en œuvre du cadre jette les bases de l'adaptation; et l'utilisation de la prospective stratégique permet de garantir que les décisions s'inscrivent dans le court et le long terme.

Actuellement, les organismes du gouvernement fédéral utilisent différentes pratiques, plus ou moins formalisées, pour prioriser les partenariats internationaux en STIC. Il existe diverses raisons de s'engager avec des partenaires, notamment le respect d'accords, l'établissement de relations pour accéder à des sites de recherche, à l'infrastructure ou à l'expertise, les précédents historiques et des facteurs économiques et géopolitiques. Lors des entrevues que le personnel du CAC a menées

avec des représentants des ministères des organismes fédéraux, ainsi qu'avec d'autres organisations canadiennes de STIC, les répondants ont souligné que les partenariats internationaux étaient influencés par une variété de facteurs, comme les possibilités de collaboration en matière de recherche, la complémentarité des mandats organisationnels, les avantages pour les chercheurs et les entreprises et l'accroissement de la capacité de recherche. Les personnes interrogées ont également indiqué que la situation géographique, les marchés émergents, les relations de confiance déjà établies et le développement ou le renforcement des liens diplomatiques étaient pris en considération. Compte tenu du large éventail de motivations et de facteurs intervenant dans les partenariats internationaux en STIC, la spécificité d'un cadre décisionnel doit être idéalement équilibrée avec la flexibilité nécessaire pour s'adapter au contexte et à la situation donnés.

Le Canada n'a pas publié de politique nationale ou de politique étrangère en matière de STIC. Cette lacune, combinée au manque dans les ministères et organismes de clarté en ce qui a trait à la gouvernance des partenariats internationaux en STIC, et de stratégie à leur sujet, a conduit certaines personnes interrogées à exprimer des inquiétudes quant à l'imposition d'un cadre monolithique axé sur les données pour guider toutes les décisions relatives à de tels partenariats. Ces inquiétudes concernaient notamment l'ajout d'un fardeau bureaucratique ou administratif, la nécessité d'un jugement qualitatif dans le processus décisionnel et une perte d'autonomie, qui pourraient nuire à la capacité des ministères et organismes fédéraux à remplir leurs mandats au moyen des partenariats de leur choix. Les personnes interrogées ont exprimé la crainte qu'un cadre unique ne soit pas réalisable ou suffisamment souple pour être adapté à une large gamme de mandats organisationnels et aux besoins variables en matière de partenariats en STIC. Nombreux sont ceux qui se demandent à quoi pourrait ressembler la gouvernance d'un tel cadre et quels seraient les soutiens structurels facilitant sa mise en pratique. Ce chapitre aborde la dernière question posée au comité d'experts, à savoir :



Quels sont les facteurs de gouvernance et autres facteurs de réussite permettant l'utilisation efficace et constante d'un nouveau cadre fédéral de collaboration internationale en matière de STI?

Bien qu'il n'y ait guère de données probantes sur la méthode de mise en application d'un cadre décisionnel qui conviendrait le mieux au contexte canadien, le comité d'experts note qu'il existe des facteurs clés de réussite d'un tel cadre,

comme le montre la figure 7.1 : les pratiques de prospective stratégique, la collecte ciblée de données et l'évaluation formelle de la mise en œuvre du cadre et les attributs de la gouvernance qui, collectivement, créent les conditions d'un apprentissage itératif, de la coordination et du succès à long terme.

7.1 Prospective stratégique

La *prospective stratégique* est « une approche systématique qui consiste à regarder systématiquement au-delà des attentes actuelles et à tenir compte de divers futurs scénarios plausibles afin d'identifier les implications pour les politiques d'aujourd'hui » (OCDE, 2019a). C'est donc une approche structurée et systématique de l'exploration de multiples futurs par le dialogue et le débat, qui reflète la complexité des interdépendances systémiques (Cuhls, 2019). Pour faciliter la prise de décision concernant les partenariats internationaux en STIC, la prospective permettrait de mieux prévoir les priorités nationales, les nouveaux impératifs mondiaux et en matière de STIC, la montée en puissance de nouveaux partenaires potentiels et les changements géopolitiques. En effet, elle peut être bénéfique à l'examen et à l'orientation stratégiques globaux des écosystèmes d'innovation — et à la priorisation des activités et du financement de la recherche et de l'innovation — à l'échelle sectorielle, régionale et nationale (Harper, 2013). Parmi les autres avantages de la prospective, on peut citer une prise de décision plus robuste, la recherche de consensus et l'inclusion d'une plus grande variété de participants dans un écosystème de STIC (Harper, 2013). En effet, Meissner (2012) a constaté une corrélation significative entre les caractéristiques des études prospectives nationales et le rendement en matière d'innovation de 32 pays.

La prospective stratégique intègre une variété de méthodologies complémentaires

Ces méthodologies comprennent l'analyse prospective, l'analyse des mégatendances, la planification de scénarios, la visualisation et l'analyse rétrospective (OCDE, 2019a). L'analyse prospective est souvent la première étape de la prospective stratégique — sondages auprès d'experts, examen des publications et recherches documentaires permettant de déterminer les signaux, les questions émergentes ou les futurs possibles (Cuhls, 2019; OCDE, 2019a). Par exemple, des organismes nationaux (comme le NISTEP au Japon) et multinationaux (comme la Commission européenne) se servent depuis des décennies des sondages de Delfes à grande échelle à des fins de prospective scientifique et technologique (voir Belton *et al.*, 2022). Les résultats de ces sondages sont utilisés pour étayer et valider la définition des priorités nationales en science et technologie. Ils peuvent également favoriser la participation et la communication au sein de diverses communautés d'experts et entre les experts, les gouvernements et le public (Belton *et al.*, 2022).

Au fil du temps, les activités et les pratiques de prospective ont évolué et se sont étendues avec la conception de nouveaux outils et applications et avec l'intégration des mégadonnées et de l'IA dans la « prospective sur site » (Saritas *et al.*, 2022). Au-delà de l'amélioration de la prise de décision, les activités de prospective participative sont de plus en plus reconnues comme des occasions de bâtir des relations et des réseaux entre divers acteurs, y compris les citoyens, au croisement de la politique de STIC, des avancées technologiques et de la société (Meissner et Rudnik, 2017; Rosa *et al.*, 2021). Cependant, l'intégration de la prospective et de la politique de STIC se heurte encore à d'importantes difficultés, comme la rapidité des changements technologiques et la hausse de la complexité, de l'incertitude et de l'instabilité (Sokolova, 2022).

L'intégration des activités de prospective dans l'élaboration des politiques gouvernementales peut prendre différentes formes

Au sein du gouvernement du Canada, l'expertise en matière de prospective stratégique est largement centralisée au sein d'Horizons de politiques Canada (OCDE, 2021b; Horizons de politiques Canada, s.d.b). Créé en 2010, cet organisme étudie et analyse les conséquences possibles de différentes politiques publiques sur une période de 10 à 15 ans afin d'aider le gouvernement fédéral à élaborer des politiques et des programmes résilients et à l'épreuve du temps (Dawson, s.d.; Horizons de politiques Canada, s.d.b). Ses activités et ses résultats s'articulent autour de trois grands thèmes : l'avenir économique, l'avenir des économies ont intégré la prospective sociale et l'avenir de la gouvernance (Horizons de politiques Canada, s.d.a). Les premiers succès des activités de prospective du Canada consistent notamment en leur utilisation dans l'élaboration des politiques océaniques et de programmes d'études vétérinaires tournés vers l'avenir (Calof et Smith, 2012). Horizons de politiques Canada est l'un des « écosystèmes de prospective gouvernementale les mieux établis au monde » et est directement intégré à la haute fonction publique par le biais de son comité directeur composé de sous-ministres (OCDE, 2021b).

La France, Singapour, les Émirats arabes unis, le Royaume-Uni et les États-Unis comptent plusieurs organismes se consacrant à la prospective et à l'analyse en tant qu'aide à la planification gouvernementale (Dawson, s.d.). Par exemple, trois organes de prospective sont actifs au Royaume-Uni : le programme GO-Science Foresight, une équipe du Bureau du Cabinet et le Development, Concepts and Doctrine Centre (Bureau du Cabinet du gouv. du R.-U., 2018; U.K. GO-Science, s.d.). Alors que les deux premiers sont directement au service du premier ministre, le dernier éclaire les politiques de défense du ministère de la Défense, pour lequel il agit à titre de groupe de réflexion indépendant (Gouv. du R.-U., 2022; Dawson, s.d.). Bien que leurs mandats respectifs ne se chevauchent pas, ces organismes travaillent également en

collaboration. Par exemple, en 2014, le Bureau du Cabinet s'est associé à GO-Science pour former l'équipe du programme Horizon Scanning et entrepris des analyses prospectives sur divers sujets, notamment sur les nouvelles technologies, les économies émergentes, la disponibilité des ressources et les modèles de comportement des jeunes (Ahmed, 2014; Bureau du Cabinet du gouv. du R.-U., 2018).

D'autres économies ont intégré la prospective dans l'élaboration de leur politique de STIC, notamment la Finlande, l'Allemagne, le Japon, la Corée du Sud et la Suède (PNUD GCPSE, 2014; Dawson, s.d.). Par exemple, le Réseau national finlandais de prospective coordonne les organismes de prospective de la Finlande sous l'égide du bureau du premier ministre et du Fonds d'innovation finlandais Sitra (Gouv. de Finlande, s.d.b). Les activités de prospective du gouvernement finlandais appuient la prise de décision concernant les défis sociétaux, technologiques et économiques, ce qui représente 30 ans d'engagement et de leadership nationaux au sein des efforts européens de collaboration internationale en matière de prospective (Gouv. de Finlande, s.d.a, s.d.c). En Allemagne, le groupe de prospective du ministère fédéral de l'Éducation et de la Recherche utilise un horizon temporel de 15 ans pour orienter la définition des programmes et des priorités dans la politique de recherche et d'innovation (BMBF, s.d.). Le Japon utilise la méthode de Delphes dans ses activités de prospective depuis plusieurs décennies afin d'éclairer la planification et la politique en matière de STI. La Corée du Sud a quant à elle élaboré une approche similaire pour guider sa politique scientifique et technologique et les investissements en R-D et pour cerner les domaines technologiques clés dans son plan-cadre scientifique et technologique (Harper, 2013). Enfin, en Suède, les activités de prospective ont été utilisées pour déterminer les défis stratégiques nationaux et les grappes technologiques dans le but de concentrer les investissements publics (Harper, 2013).

Le comité d'experts cite ces exemples à titre de comparaison et d'occasions d'apprentissage uniquement; il n'analyse et ne classe pas les stratégies les unes par rapport aux autres. Cela dit, il constate que l'existence d'Horizons de politiques Canada et les capacités de prospective d'organismes partout au Canada laissent entrevoir des possibilités de tirer parti de ces capacités dans la prise de décision au sujet des partenariats en STIC.

7.2 Collecte et évaluation des données

La collecte et le partage systématiques de données stratégiques sur les partenariats existants et potentiels sont précieux pour l'utilisation et l'évaluation d'un cadre décisionnel. Les données recueillies peuvent aider à évaluer le succès des partenariats en cours et fournissent une base pour l'évaluation de la mise en œuvre du cadre; par exemple, pour l'examen critique de la pertinence des différents indicateurs et mesures par rapport à des objectifs donnés ou à des mesures de la valeur stratégique.

De nombreux pays investissent énormément dans l'infrastructure et la gouvernance des données. Par exemple, l'Allemagne investit dans des laboratoires de données dans chaque ministère et à la Chancellerie fédérale afin de compléter les statisticiens ministériels, les équipes de données et les instituts de recherche gouvernementaux qui guident la gouvernance (Engler, 2022). Cette institutionnalisation de la capacité en matière de données comprend un nouveau bureau, le Centre de services des données, et requiert la mise en poste de responsables de l'évaluation, la facilitation de l'accès pour les scientifiques des données et la création d'une stratégie globale afin d'éviter les doubles emplois. Ces efforts ressemblent à la modernisation des données en cours aux États-Unis (*United States Digital Service*) et dans l'Union européenne (Engler, 2022).

Les stratégies de données susceptibles d'améliorer la mise en œuvre du cadre sont les suivantes :

- Création et maintenance d'un portail doté de liens vers des bases de données, des indices ou des sources de données, tels que le Tableau de bord de l'OCDE en science, technologie et innovation, la base de données SciVal et d'autres outils mentionnés aux chapitres 4 à 6, ainsi que ceux qui n'ont pas été pris en compte dans ce rapport, mais qui ont été cités par les utilisateurs du cadre;
- Détermination des indicateurs, des mesures et des besoins en données, surtout ceux qui sont communs à plusieurs utilisateurs, afin d'établir des protocoles de collecte des données prioritaires et d'alimenter un dépôt de données intégré;
- Recherche et collecte d'informations sur les indicateurs, mesures et outils analytiques nouveaux et émergents (p. ex. Wagner et Whetsell, 2023);
- Collecte et regroupement des données propres aux partenariats actuels et utiles à la fois pour l'évaluation et pour la prise de décision future;
- Recueil d'informations et de commentaires par les utilisateurs afin de cerner les domaines à améliorer, les structures de soutien manquantes et les nouvelles applications;
- Centralisation et actualisation des renseignements sur les paysages de la STIC canadiens, internationaux et des pays partenaires¹⁶;
- Collecte ciblée de données à long terme (c.-à-d. avant et après les interventions), qui peut améliorer les évaluations (Lane et Jeanrenaud, 2018) en contribuant à garantir la validité des comparaisons nécessaires à l'évaluation ex post et ex ante (Dziallas et Blind, 2019).

¹⁶ Par exemple, parmi les évaluations périodiques et riches en données de l'état de la science et technologie au Canada réalisées par le CAC, citons celles intéressant les décisions relatives aux partenariats internationaux en STIC (p. ex., CAC, 2006, 2012, 2018).

L'évaluation de la mise en œuvre d'un cadre est essentielle pour garantir son adaptabilité

Une partie importante de toute activité de STIC est l'analyse et l'évaluation des processus, des outils et des méthodologies utilisés. Il s'ensuit que la mise en application d'un cadre destiné à soutenir la prise de décision concernant les partenariats internationaux en STIC demande une réflexion et une évaluation du cadre lui-même afin qu'il puisse conserver son intérêt et démontrer son amélioration. Les évaluations utiles sont motivées par un objectif et effectuées dans un délai approprié à la durée de vie des partenariats en STIC. Améliorer la prise de décision et la gestion des risques dans un contexte évolutif requiert une méthode itérative et adaptative. Ce type d'approche peut s'inspirer d'autres domaines, tels que la prise de décision structurée en gestion de l'environnement, la gestion adaptative appliquée aux populations d'animaux sauvages ou la recherche, les outils et les connaissances concernant la science d'équipe en santé (p. ex. Gregory *et al.*, 2012; Serrouya *et al.*, 2019; U.S. NIH, 2021). Les éléments clés de la prise de décision concernant les deux processus sont une démarche itérative dans laquelle les décisions sont suivies d'une collecte et d'une analyse des données dans le but d'évaluer l'efficacité de la décision prise et d'éclairer la prochaine itération (Gregory *et al.*, 2012; Serrouya *et al.*, 2019).

Rosemberg et Brown (2021) ont recensé les principales difficultés de l'évaluation des programmes de partenariat et les moyens de les résoudre. L'une de ces difficultés est la variation de la complexité des programmes, qui rend difficile la collecte de données cohérentes et exhaustives et nécessite la mobilisation de la direction du programme pour y remédier. De même, étant donné que de multiples facteurs influencent les résultats de ces programmes, l'attribution peut également s'avérer difficile. L'utilisation de méthodes quasi-expérimentales et contrefactuelles peut aider à évaluer la valeur ajoutée des collaborations internationales. En bref, l'innovation vise souvent à produire des effets répandus qui ne sont pas facilement mesurables; c'est pourquoi une étude de cas sélectionnée à dessein permet de mieux saisir les avantages (Rosemberg et Brown, 2021).

L'état de préparation des nouveaux cadres à l'adoption de l'IA pourrait être un facteur clé de leur réussite

Les nouveaux cadres prêts à intégrer l'IA dans les évaluations, la collecte et la production de données et la prise de décision seront les mieux positionnés pour tirer parti de la puissance de ces techniques. L'IA est de plus en plus intégrée à la prise de décision fondée sur les données, y compris dans les évaluations et la sélection des partenaires (p. ex. Wu et Barnes, 2014; Tufegdžić et Pravdić, 2019). À mesure que ces outils se développent et sont appliqués à la prise de décision dans le cadre de partenariats internationaux en STIC, de nouvelles possibilités

peuvent se présenter. Parce que ces modèles sont capables d'intégrer de gros volumes de données quantitatives et qualitatives, ils peuvent réduire le travail que demandent de tels volumes tout en accroissant la rapidité et la simplicité de la prise de décision (Wu et Barnes, 2014).

L'IA peut également servir à la sélection et à l'amélioration des indicateurs. Par exemple, elle permet de créer des outils pour déterminer l'indicateur (ou la combinaison d'indicateurs) qui offre la plus grande valeur prédictive (Naik et Mohan, 2019). L'IA peut également améliorer les indicateurs en interpolant les données manquantes ou en extrapolant les tendances futures (Bienvenido-Huertas *et al.*, 2020). Les données utilisées à des fins décisionnelles peuvent comporter des tendances qui ne sont pas facilement observables; toutefois, l'IA est en mesure d'interpréter les indicateurs afin de cerner ces schémas autrement cachés, ce qui permet d'améliorer les prédictions et d'accroître la confiance dans les données (Weng *et al.*, 2018). Elle peut également soutenir de nombreux aspects de la planification de la STIC. Par exemple, dans le domaine de l'analyse de la propriété intellectuelle, l'IA peut contribuer à la prise de décision en aidant à déterminer la brevetabilité, à améliorer la planification de la R-D, à suivre et à prévoir les technologies émergentes, à estimer la valeur économique des brevets et à comprendre les effets des brevets de manière plus générale (examiné dans Aristodemou et Tietze, 2018).

Les facteurs clés d'une gouvernance efficace de l'IA dans la prise de décision sont la transparence, l'interprétabilité et l'explicabilité (examiné dans Černevičienė et Kabašinskas, 2022). La mise en œuvre de ces principes permet de s'assurer que les décisions reposant sur l'IA sont compréhensibles et peuvent faire l'objet d'une vérification des biais, et qu'il est possible de confirmer l'exactitude du raisonnement de l'IA, ce qui donne aux parties prenantes une plus grande confiance dans les résultats (Arrieta *et al.*, 2020).

7.3 Gouvernance

Les éléments de gouvernance sont utiles à la prise de décision concernant les partenariats internationaux en STIC à différentes échelles. À grande échelle, les avancées en STIC sont le fruit d'un réseau de plus en plus mondialisé, et conclure un partenariat international constitue une décision de participer à ce réseau mondial. Garantir l'inclusion, l'équité et la justice à ce niveau exige des outils politiques et de gestion efficaces (Wagner, 2018). Wagner (2018) note trois niveaux émergents auxquels la science intervient : (i) le praticien (au sein d'une équipe), (ii) la discipline ou l'organisation et (iii) les interactions entre les nations. En raison de cette complexité structurelle, la création et la diffusion des connaissances ne sont pas linéaires, c'est-à-dire que des gros changements à un niveau peuvent être le résultat

de petites contributions à un autre. Même au sein des nations, la science elle-même est difficile à gouverner en raison de la complexité du système. La bonne gouvernance est le fruit d'institutions qui fournissent des mécanismes permettant de parvenir à un consensus, de bâtir une communauté et d'établir l'ordre, la légitimité et la stabilité (Wagner, 2018). Les partenariats internationaux en STIC constituent eux-mêmes un mécanisme permettant au Canada de participer à la gouvernance du réseau mondial de STIC.

En ce qui concerne le mandat du comité d'experts, la gouvernance est importante à la fois au sens strict du terme — gérer un cadre et sa mise en œuvre — et au sens large — maintenir un écosystème efficace d'aide à la décision au croisement de la STIC et des affaires internationales. Si la mise en œuvre d'un cadre bâti à partir des éléments décrits dans ce rapport est certainement réalisable pour une organisation seule, le comité d'experts avance qu'une stratégie plus efficiente et plus efficace inclurait la construction d'une infrastructure destinée à soutenir le réseau d'utilisateurs. Par exemple, il serait possible de mettre en place une structure de gouvernance facilitant la coordination et l'allocation des ressources (Provan et Kenis, 2007), telles que celles liées à la prospective stratégique (section 7.1) et à la collecte de données et à l'évaluation de la mise en œuvre (section 7.2). De l'avis du comité d'experts, les principaux attributs d'une gouvernance réussie dans le cadre de la prise de décision au sujet d'un partenariat sont une coordination efficace, une allocation adéquate et durable des ressources et la responsabilisation.

7.3.1 Modèles de gouvernance

Grâce à une gouvernance appropriée, les partenaires peuvent exprimer leurs priorités et travailler ensemble à la réduction des obstacles et à la recherche de solutions. De nombreux aspects d'un partenariat réussi s'appliquent également à la réussite d'un cadre. Par exemple, pour réussir, les partenariats doivent être dotés de ressources, inclure divers acteurs (provinces et territoires, universités, entreprises, société civile) et bénéficier d'un large appui politique (OCDE, 2006). L'OCDE (2006) note qu'au moment d'établir de nouveaux partenariats ou de maintenir des partenariats existants, il convient de tenir compte de l'emplacement des actifs souhaités, de la volonté et des capacités des partenaires potentiels et des objectifs du partenariat. De même, un cadre nécessite la volonté politique de le mettre en œuvre; expliquer comment la collaboration internationale en STIC peut répondre aux priorités nationales aidera à ce que le cadre trouve un écho auprès des décideurs politiques.

Les utilisateurs potentiels du cadre s'inscrivent dans un réseau d'acteurs dans l'écosystème de la STIC

Il existe une variété de structures de gouvernance de réseau documentées. Par exemple, Provan et Kenis (2007) décrivent trois formes de gouvernance pertinentes pour un réseau¹⁷ : la gouvernance partagée, les organisations dirigeantes et les organisations administratives de réseau. Dans la gouvernance partagée, chaque membre du réseau partage les responsabilités de gouvernance — les actions sont coordonnées de manière formelle, par le biais de représentants et de réunions programmées, ou de manière informelle, au moyen d'interactions permanentes. Elle est décentralisée et plus efficace lorsque les membres sont relativement peu nombreux et très motivés, qu'ils ont une grande confiance les uns dans les autres et qu'ils s'accordent fortement sur l'objectif collectif du réseau. Lorsque les membres sont plus nombreux et que le consensus sur un objectif collectif est moins large, une organisation dirigeante peut s'avérer préférable, car elle peut utiliser plus efficacement les ressources et servir d'intermédiaire entre les membres du réseau. Les organisations dirigeantes peuvent émerger naturellement d'un réseau ou être mandatées, par exemple, par un bailleur de fonds externe. Une organisation administrative de réseau, quant à elle, peut être plus efficace lorsque les membres sont nombreux et que le besoin de compétences en matière de gouvernance est élevé. Une telle structure diffère d'une organisation dirigeante en ce sens qu'elle n'est pas membre du réseau, mais qu'elle est externe et responsable devant les membres du réseau (Provan et Kenis, 2007).

Les modèles de gouvernance partagée sont pertinents pour les collaborations internationales en STIC inclusives

Dans le cadre de partenariats internationaux en STIC, il est important que la gouvernance n'introduise pas de nouveaux obstacles à la participation et à la collaboration. Compte tenu de l'intérêt croissant pour la cocréation et l'innovation inclusive (p. ex. GC, 2017a; EDSC, 2022), la cogouvernance et la gouvernance collaborative sont des concepts émergents intéressants pour la poursuite des efforts en STIC (Donahue et Zeckhauser, 2011; Gray et Purdy, 2018; Coastal First Nations, 2022; Earl *et al.*, 2023). Florini (2019) affirme que « la gouvernance collaborative va au-delà de la hiérarchie gouvernementale traditionnelle et des approches fondées sur le marché ». Dans ces modèles de collaboration, le pouvoir décisionnel est grandement partagé entre les partenaires, selon un principe que Donahue et Zeckhauser (2011) appellent le « pouvoir discrétionnaire partagé » (Florini, 2019). La gouvernance collaborative nécessite des processus de prise de

17 Un réseau est un groupe « d'au moins trois organisations juridiquement autonomes qui travaillent ensemble pour atteindre non seulement leur propre objectif, mais aussi un objectif collectif » (Provan et Kenis, 2007). Tout groupe d'organes fédéraux et d'autres organismes recourant aux éléments du cadre peut être considéré comme un réseau selon cette définition, ce qui traduit à la fois les objectifs ministériels et organisationnels ainsi que les priorités nationales du Canada.

décision collective qui dépassent la simple gestion d'une entente de partenariat; elle demande également la gestion des risques et des possibilités relatifs à la collaboration en STIC. Florini (2019) souligne que « la gouvernance collaborative intersectorielle est souhaitable, car elle peut englober une plus grande diversité d'ensembles de compétences et de ressources dans la résolution de problème et peut produire un plus large éventail de solutions ».

La mise en œuvre et l'évaluation du cadre profiteraient d'un leadership clair

Une des caractéristiques d'une bonne gouvernance pour ce cadre est l'existence d'un responsable clair, qui a pour rôle de maintenir le cadre et d'offrir une voie au moyen de laquelle des partenaires étrangers potentiels peuvent accéder au Canada.



Ce que nous avons entendu

Il y a une demande de leadership dans l'établissement de partenariats internationaux en STIC, mais il n'y a pas de consensus sur la personne ou le ministère qui devrait l'assurer. Pour déterminer les responsables adéquats d'un cadre, l'expérience des ministères fédéraux — en particulier de ceux qui participent le plus activement aux activités et aux partenariats en STIC — serait utile.

Le leadership pourrait être exercé par un seul ministère, conjointement par plusieurs ministères, par une entité créée à cet effet ou par une table interministérielle. Le cadre pourrait être dirigé par un organisme soutenu par des sous-responsables assumant des tâches et des responsabilités clairement définies pour différents secteurs ou types de partenariats. Ces sous-responsables relèveraient de l'organisme responsable, ce qui produirait une structure de gouvernance à plusieurs niveaux. Par exemple, la création d'un nouveau poste de sous-ministre adjoint aux affaires scientifiques au sein d'Affaires mondiales Canada (AMC) permettrait un tel leadership et enverrait un signal clair quant à l'importance de la STIC dans les politiques étrangère, commerciale et de développement du Canada. Une autre option serait de fonder un organisme administratif externe, tel qu'un secrétariat, qui, s'il disposait des ressources nécessaires, pourrait également apporter un soutien institutionnel à la prospective stratégique, à la collecte et à la gestion des données et à l'évaluation du cadre.



Ce que nous avons entendu

Les personnes interrogées ont généralement désigné Innovation, Science et Développement économique Canada (en tant que responsable de la politique nationale de STI et de l'adhésion du Canada à de nombreux forums multilatéraux du domaine) ou AMC (en tant que responsable de la politique étrangère, de la politique commerciale internationale et des accords bilatéraux de STI à l'échelon national) (SDC, 2015). Selon son rôle, chaque ministère pourrait, de manière crédible, assumer la responsabilité de la mise en œuvre d'un cadre. Toutefois, d'autres organismes (p. ex. le Comité de coordination de la recherche au Canada (CCRC) ou le secrétariat des trois conseils) ont également été cités comme ayant le potentiel d'assumer cette responsabilité.

7.3.2 Coordination et ressources

Pour être efficace, la mise en œuvre du cadre nécessitera une approche coordonnée au sein du large éventail d'acteurs canadiens engagés dans des partenariats internationaux en STIC. Comme pour le leadership (et comme nous l'avons vu au chapitre 3), il existe une variété d'options possibles. Par exemple, le Réseau interministériel sur la science et la technologie internationales offre une table d'échange de renseignements qui regroupe les ministères et organismes fédéraux concernés, ainsi que certains organismes de l'écosystème canadien de la STIC soutenus par le gouvernement fédéral (p. ex. l'Institut canadien de recherches avancées ou Mitacs). Il y a aussi le CCRC, qui coordonne les efforts des organismes subventionnaires des trois conseils et de la Fondation canadienne pour l'innovation. En outre, le Bureau de la conseillère scientifique en chef supervise un réseau de conseillers scientifiques ministériels, qui pourraient également soutenir la mise en œuvre du cadre. La Corporation d'innovation du Canada proposée pourrait également jouer un rôle dans les partenariats internationaux en STIC.

Le succès dépend d'une structure de coordination claire et reconnaissable

Une structure de coordination bien harmonisée avec la dynamique sous-jacente de la communauté scientifique est bénéfique; elle permet aux utilisateurs potentiels du cadre de réagir aux signaux ascendants de l'orientation de la science et de

l'innovation (Dufour, 2021). Au-delà du partage d'informations, l'organe de coordination pourrait être chargé des tâches suivantes :

- Examen des accords et des protocoles d'entente actuels et futurs dans le domaine scientifique et technologique (p. ex. U.S. NSTC, 2022);
- Réalisation d'études de complémentarité qui se penchent périodiquement sur les domaines potentiels d'intérêt mutuel entre le Canada et d'autres pays (p. ex. Dufour, 2021);
- Conception d'indicateurs et de mesures efficaces et tenue à jour d'un dépôt de données sur la STIC.

Le comité d'experts constate qu'il est essentiel qu'un tel organe de coordination soit doté des ressources suffisantes pour garantir son succès. Un mécanisme de financement harmonisé, solide et consacré aux partenariats internationaux en STIC peut également contribuer à asseoir la légitimité et la longévité de la structure de coordination.



Ce que nous avons entendu

De nombreux ministères et organismes interrogés ont fait état d'un manque de financement accompagnant les accords internationaux en science et technologie. Des ressources dédiées aux partenariats internationaux en STIC peuvent contribuer à garantir l'activité et le succès collectif.

L'échange d'informations sera essentiel pour garantir la pertinence de la structure de gouvernance

En plus d'offrir un dépôt de données, la structure de coordination pourrait profiter aux utilisateurs en facilitant le partage de renseignement et d'informations sur les aspects des partenariats internationaux qui ne sont pas pris en compte par les sources de données quantitatives. Par exemple, le Canada dispose, dans certaines missions à l'étranger, de conseillers scientifiques et technologiques qui fournissent un ensemble de services, notamment dans les domaines suivants :

- *faciliter l'acquisition et le transfert de technologie;*
- *rechercher des contrats, faire des présentations et repérer les entreprises étrangères désireuses de conclure des ententes portant, par exemple, sur des coentreprises et des projets de collaboration en R-D;*

- *recueillir des informations sur certains domaines scientifiques et technologiques et orienter les spécialistes vers des informations plus détaillées;*
- *familiariser les entreprises canadiennes avec les pratiques commerciales et les activités des organismes scientifiques et technologiques du pays d'accueil.*

AECEC (1990)



Ce que nous avons entendu

Les personnes interrogées ont notamment suggéré de faire davantage appel aux scientifiques et ingénieurs des ministères fédéraux à vocation scientifique, qui peuvent jouer un rôle de conseillers scientifiques et technologiques dans le cadre d'un détachement. Le Canada pourrait également faire davantage appel à la diaspora scientifique pour sensibiliser aux possibilités de collaboration et développer l'intelligence et la sensibilité culturelles afin de favoriser des collaborations efficaces.

Des éléments du cadre peuvent compléter les cadres et stratégies actuels

Le comité d'experts reconnaît qu'il existe déjà au Canada des cadres et des stratégies axés sur divers aspects de la STIC. Ces stratégies peuvent inclure des aspects pertinents des accords de libre-échange, ainsi que des politiques et activités de STIC mondiales, régionales, nationales, provinciales ou territoriales, autochtones et sectorielles, telles que la Stratégie du Canada pour l'Indo-Pacifique (stratégie régionale), la Stratégie quantique nationale (stratégie technologique nationale), la Stratégie nationale inuite sur la recherche (stratégie autochtone) et la Stratégie canadienne sur les minéraux critiques (stratégie sectorielle) (ITK, 2018; GC, 2022e, 2022f, 2022i). Les éléments du cadre proposés dans ce rapport peuvent servir à compléter ces stratégies; par exemple, ils peuvent aider à déterminer les priorités pour l'expression des objectifs ou fournir des conseils pour choisir les indicateurs. Le cadre pourrait également être adapté à la recherche de nouvelles possibilités de partenariats; par exemple, l'examen des pays prioritaires répertoriés dans la Stratégie du Canada pour l'Indo-Pacifique par le prisme critique d'un cadre pourrait orienter l'approche et les négociations du Canada relatives à la STIC.

Il est en outre possible d'exploiter les stratégies actuelles pour améliorer l'usage du cadre. Par exemple, la perspective autochtone traduite dans la Stratégie nationale inuite sur la recherche pourrait guider les partenariats dans l'Arctique

(ITK, 2018). De même, les partenariats en STIC ciblant les ressources naturelles du Canada devraient idéalement tenir compte de la Stratégie canadienne sur les minéraux critiques (GC, 2022e). De plus, la Stratégie du Canada pour l'Indo-Pacifique, qui positionne le Canada comme un allié fiable prêt à coopérer avec les États de la région indopacifique¹⁸ est un élément important à prendre en compte lors de l'évaluation et de la priorisation des partenariats potentiels en STIC dans cette région (GC, 2022f). La connaissance des stratégies, orientations et programmes nationaux et internationaux existants en matière de STIC est essentielle à la mise en œuvre stratégique d'un nouveau cadre de priorisation des partenariats internationaux en STIC.

7.3.3 Responsabilisation

La responsabilisation est le « moyen utilisé pour expliquer et exercer une responsabilité » (SCT, 2005); elle comprend des flux d'informations clairs sur la manière dont les responsabilités sont exercées, la détection et la correction des problèmes et l'application des conséquences des actions ou de l'inaction préjudiciables (SCT, 2005). Les facteurs de réussite tels que ceux appliqués à la gouvernance environnementale peuvent être utiles à une structure de gouvernance plus large; il s'agit notamment de la prise de décision partagée, de la responsabilisation populaire, de la transparence et des mécanismes de résolution de conflit et de collaboration (Craig *et al.*, 2017).

Pour être responsable, il faut mettre en place des mécanismes permettant d'informer la population gouvernée de ce qui se passe (comportement) et d'influencer ces comportements (application) (Hale, 2008). Si la transparence est largement reconnue comme un facteur de réussite en matière de gouvernance, elle n'est ni une garantie de cette réussite ni son seul facteur (Kosack et Fung, 2014). En outre, pour être utiles, les flux d'informations doivent tenir compte de facteurs d'inclusion : qui utilisera les informations? Pourquoi se soucieraient-ils de ces informations? Qu'en feront-ils? En l'absence de mécanismes permettant d'agir sur la transparence, les mesures approfondies de responsabilisation — telles que la possibilité de sortir du système, de collaborer à son amélioration ou de confronter les autorités — seront limitées par le manque de connaissances (Kosack et Fung, 2014). Par exemple, les actions qui renforcent la responsabilisation comprennent la clarification des attentes, l'ajustement des ressources ou le renforcement des capacités pour répondre à ces attentes, l'amélioration ou la création de mécanismes de transparence et de déclaration et la réalisation d'évaluations de l'efficacité de ces actions (SCT, 2005).

18 La région indopacifique regroupe 40 économies représentant des milliards de personnes et près de 50 billions de dollars de recettes; six des principaux partenaires commerciaux internationaux du Canada se trouvent dans cette région (GC, 2022f).

7.3.4 Équilibrer stabilité et flexibilité

Les facteurs de réussite autres que la structure ou les mécanismes de gouvernance du cadre incluent la nécessité d'équilibrer flexibilité et stabilité dans des conditions changeantes (Craig *et al.*, 2017). Une structure de gouvernance stable contribue à la légitimité par une compréhension et des attentes communes, ainsi que par la prévisibilité et la communication de la prise de décision. Toutefois, une trop grande stabilité peut mener à la rigidité, c'est-à-dire à l'incapacité de reconnaître les conditions et les menaces changeantes et d'agir en conséquence (Craig *et al.*, 2017). Comme dans d'autres systèmes complexes, la participation, la mobilisation et la coordination entre les acteurs contribueront au succès de la structure de gouvernance (Ben Yahia *et al.*, 2019).

La stabilité et la flexibilité d'une structure de gouvernance révèlent sa capacité à faire face au changement

À haut niveau, la flexibilité se manifeste dans l'état d'esprit et l'attitude des dirigeants; à un niveau inférieur, elle se manifeste dans la capacité des acteurs à choisir entre différentes méthodes et processus pour s'adapter aux conditions du moment (Müller *et al.*, 2014). Les éléments du cadre proposé offrent une flexibilité de niveau inférieur dans l'approche modulaire — les étapes de détermination des priorités et de formulation des objectifs procurent une souplesse d'approche en fonction de l'utilisateur et du contexte décisionnel, tandis que l'examen des indicateurs effectué dans ce rapport (chapitres 4 à 6) met en évidence une variété d'outils et de mesures d'évaluation des partenariats potentiels permettant la réalisation de ces objectifs. La flexibilité à haut niveau est un aspect de la structure de gouvernance à prendre en considération, notamment pour ce qui est de la répartition des pouvoirs, de la définition de ces pouvoirs et des exigences d'interaction entre les autorités gouvernantes et les utilisateurs du cadre (Craig *et al.*, 2017). Un processus formel permettant de modifier la structure de gouvernance et des possibilités récurrentes d'examiner la mise en œuvre sont des éléments clés de la flexibilité. Toutefois, une trop grande flexibilité peut conduire à l'arbitraire, lequel peut être corrigé par de bonnes pratiques de gouvernance, comme la transparence, la responsabilisation, l'inclusion et l'équité (Craig *et al.*, 2017).



Ce que nous avons entendu

De nombreux ministères et organismes interrogés ont fait remarquer que la plupart des partenariats en STIC ne sont pas guidés par des directives fédérales descendantes, mais plutôt par les besoins et l'initiative d'individus et d'équipes. Par conséquent, pour être fructueux, le cadre décisionnel relatif aux partenariats internationaux en STIC doit permettre une adaptation suffisante pour correspondre aux besoins particuliers des utilisateurs.

7.4 L'avenir

La participation aux partenariats internationaux en STIC a atteint un point d'inflexion en raison de l'arrivée de nouveaux acteurs, de la croissance d'économies, de l'évolution rapide des défis et de sa propre expansion globale. Elle est essentielle au maintien de la prospérité et du bien-être de la population canadienne et dans le monde entier. Des partenariats stratégiques et délibérés, coordonnés à l'échelle nationale grâce à un cadre décisionnel s'appuyant sur les priorités nationales, peuvent aider le Canada à saisir les occasions, à prendre des risques et à remporter des succès. Mais le besoin de stratégie se fait cruellement sentir.

On ne saurait trop insister sur l'urgence de réagir face aux problèmes mondiaux complexes et à long terme, et les partenariats internationaux en STIC font partie de la réaction. La volatilité de la géopolitique souligne l'importance de trouver un espace de coopération internationale. Un cadre décisionnel efficace permet d'équilibrer les actions qui répondent aux préoccupations immédiates et les priorités à long terme. Les activités de prospective stratégique peuvent mettre l'accent sur l'avenir en rassemblant une pléthore d'indicateurs et de mesures potentiels au sein de ce cadre, lequel peut offrir un large éventail d'options adaptables à l'évolution du contexte et des facteurs. La viabilité à long terme d'un cadre décisionnel dépend des ressources consacrées à son entretien. Les participants aux ateliers, les personnes interrogées et les conférenciers extérieurs ont à maintes reprises souligné la nécessité d'une meilleure coordination et d'un meilleur partage d'informations pour faciliter la prise de décision — le comité d'expert a aussi noté l'absence de financement dans la création de nombreuses ententes de partenariat fédérales.

Le Canada équilibre depuis longtemps l'échelon local et mondial et les processus descendants et ascendants dans sa prise de décision. Depuis des décennies, les partenariats en STIC sont motivés par les besoins de la recherche et par les relations au sein des réseaux de chercheurs, et ces mécanismes sont essentiels à un écosystème de STIC prospère et réactif. Cependant, le Canada a également du mal depuis des décennies à coordonner les efforts en matière de STIC, à fournir une orientation et un soutien explicites aux décideurs et à offrir un point d'entrée clair aux partenaires internationaux potentiels. Face à cette situation, le comité d'experts présente les éléments constitutifs d'un cadre de prise de décisions concernant les partenariats internationaux en STIC.

Références

- AAC – Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2022. Programme des technologies propres en agriculture : Volet Recherche et innovation : Étape 1. Ce qu'offre ce programme. Adresse : <https://agriculture.canada.ca/fr/programmes/technologies-propres-agriculture-volet-recherche-innovation> (consulté en mai 2023).
- AAC – Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2023. Le Canada obtient un accès complet au marché japonais pour le bœuf. Adresse : <https://www.canada.ca/fr/agriculture-agroalimentaire/nouvelles/2023/03/le-canada-obtient-un-acces-complet-au-marche-japonais-pour-le-buf.html> (consulté en juin 2023).
- ACA – Arms Control Association, 2022. The Wassenaar Arrangement at a Glance. Adresse : <https://www.armscontrol.org/factsheets/wassenaar> (consulté en avril 2023).
- ACIA – Agence canadienne d'inspection des aliments, 2015. D-94-26 : Exigences phytosanitaires d'importation pour les légumes-racines (autres que les pommes de terre), les champignons et les légumes avec racines, destinés à la consommation ou à la transformation. Adresse : <https://inspection.canada.ca/plant-health/invasive-species/directives/horticulture/d-94-26/eng/1320028609007/1320028917178> (consulté en mars 2023).
- ACIA – Agence canadienne d'inspection des aliments, 2022. Importation et dissémination d'agents de lutte biologique au Canada. Adresse : <https://inspection.canada.ca/protection-des-vegetaux/especes-envahissantes/agents-de-lutte-biologique/fra/1514956211166/1514956212112> (consulté en janvier 2023).
- Adams, J., 1990. « Fundamental stocks of knowledge and productivity growth », *Journal of Political Economy*, vol. 98, n°4, p. 673-702.
- Adams, R., S. Jeanrenaud, J. Bessant, D. Denyer, et P. Overy, 2016. « Sustainability-oriented innovation: A systematic review », *International Journal of Management Reviews*, vol. 18, n°2, p. 180-205.
- AECEC – Affaires extérieures et Commerce extérieur Canada, 1990. *Extending the Network: The Science and Technology Mechanisms and Programs of External Affairs and International Trade Canada*, Ottawa, ON, AECEC.
- Aggarwal, S., 2017. « Smile curve and its linkages with global value chains », *Journal of Economics Bibliography*, vol. 4, n°3, p. 278-286.
- Ahmadpoor, M. et B. Jones, 2017. « The dual frontier: Patented inventions and prior scientific advance », *Science*, vol. 357, p. 583-587.
- Ahmed, F., 2014. Horizon Scanning - Publishing Our Work. Adresse : <https://coanalysis.blog.gov.uk/2014/12/18/horizon-scanning-publishing-our-work/> (consulté en février 2023).
- Ahn, J.-W. et M. T. Rhodes, 2021. Examining Pathogen-Based Import Refusals: Trends and Analysis From 2002 to 2019. Adresse : <https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/102878/eib-232.pdf?v=7203> (consulté en mars 2023).

- AI for SDGs Canada, 2022. We Accelerate the Sustainable Development Goals with Artificial Intelligence. Adresse : <https://www.ai4sdgs.org/> (consulté en novembre 2022).
- Aksnes, D., L. Langfeldt, et P. Wouters, 2019. « Citations, citation indicators, and research quality: An overview of basic concepts and theories », *SAGE Open*, vol. 9, n°1, doi: 10.1177/2158244019829575.
- Alic, J., L. Branscomb, H. Brooks, et A. Carter, 1992. *Beyond Spinoff: Military and Commercial Technologies in a Changing World*. Boston, MA, Harvard Business Press.
- Alliance de recherche numérique du Canada, 2023. Nos services. Adresse : <https://alliancecan.ca/fr/nos-services> (consulté en juin 2023).
- AMC – Affaires mondiales Canada, 2013. Accord commercial relatif à la contrefaçon (ACRC). Adresse : <https://www.international.gc.ca/trade-agreements-accords-commerciaux/topics-domaines/ip-pi/acta-acrc.aspx?lang=fra> (consulté en avril 2022)
- AMC – Affaires mondiales Canada, 2017a. Texte de l'Accord économique et commercial global – Protocole sur la reconnaissance mutuelle du programme de conformité et d'application relatif aux bonnes pratiques de fabrication pour les produits pharmaceutiques. Adresse : <https://www.international.gc.ca/trade-commerce/trade-agreements-accords-commerciaux/agr-acc/ceta-aecg/text-texte/P3.aspx?lang=fra> (consulté en mars 2023).
- AMC – Affaires mondiales Canada, 2017b. Accès aux marchés – Normes. Adresse : <https://www.international.gc.ca/trade-agreements-accords-commerciaux/topics-domaines/goods-produits/mralst.aspx?lang=fra> (consulté en mars 2023).
- AMC – Affaires mondiales Canada, 2017c. Manuel des contrôles à l'exportation. Adresse : https://www.international.gc.ca/controls-controles/export-exportation/exp_ctr_handbook-manuel_ctr_exp-p2.aspx?lang=fra (consulté en juin 2023).
- AMC – Affaires mondiales Canada, 2018. Règlements et obstacles techniques. Adresse : <https://www.international.gc.ca/trade-agreements-accords-commerciaux/topics-domaines/goods-produits/barriers.aspx?lang=fra> (consulté en mars 2023).
- AMC – Affaires mondiales Canada, 2020. Impact économique de l'éducation internationale au Canada – Mise à jour 2020. Adresse : <https://www.international.gc.ca/education/report-rapport/impact-2018/sec-3.aspx?lang=fra> (consulté en mars 2023).
- AMC – Affaires mondiales Canada, 2021a. Treizième Dialogue sur l'accès aux marchés des produits biotechnologiques entre le Canada et l'UE. Adresse : https://www.international.gc.ca/trade-commerce/trade-agreements-accords-commerciaux/agr-acc/ceta-aecg/2021-12-03_biotech-biotechnologie_summary-sommaire.aspx?lang=fra (consulté en janvier 2023).
- AMC – Affaires mondiales Canada, 2021b. *U.S.-Canada/Canada-U.S. Supply Chains Progress Report*, Washington, D.C., AMC.
- AMC – Affaires mondiales Canada, 2022a. *Le point sur le commerce 2022*, Ottawa, ON, AMC.

- AMC – Affaires mondiales Canada, 2022b. Marchandises militaires et d'importance stratégique. Adresse : <https://www.international.gc.ca/controls-controles/military-militaires/index.aspx?lang=fra> (consulté en janvier 2023).
- AMC – Affaires mondiales Canada, 2022c. *Le point sur le commerce 2021 – Les investissements directs étrangers sous la loupe*, Ottawa, ON, AMC.
- AMC – Affaires mondiales Canada, 2022d. Un obstacle commercial freine vos activités d'exportation? Adresse : https://www.international.gc.ca/gac-amc/campaign-campagne/trade_barriers-barrieres_commerciales/index.aspx?lang=fra (consulté en mars 2023).
- AMC – Affaires mondiales Canada, 2022e. Contingents liés à l'origine de l'AECG et de l'ACC Canada-Royaume-Uni. Adresse : https://www.international.gc.ca/controls-controles/prod/ceta_origin_quotas-contingents_origine_aecg.aspx?lang=fra (consulté en janvier 2023).
- AMC – Affaires mondiales Canada, 2023a. Projets de collaboration en recherche et développement. Adresse : https://www.deleguescommerciaux.gc.ca/funding-financement/ciip-pcii/crdp-pcrd.aspx?lang=fra&_ga=2.209564050.1038715580.1698870414-1736064427.1698348575 (consulté en mai 2023).
- AMC – Affaires mondiales Canada, 2023b. Qu'est-ce qu'une activité d'établissement de partenariat? Adresse : https://www.deleguescommerciaux.gc.ca/funding-financement/ciip-pcii/pda-aep.aspx?lang=fra&_ga=2.207000723.1038715580.1698870414-1736064427.1698348575 (consulté en mai 2023).
- AMC – Affaires mondiales Canada, 2023c. Boeuf et veau. Adresse : <https://www.international.gc.ca/controls-controles/prod/agri/beef-boeuf/index.aspx?lang=fra> (consulté en janvier 2023).
- AMC – Affaires mondiales Canada, 2023d. Beurre d'arachides. Adresse : <https://www.international.gc.ca/controls-controles/prod/agri/peanut-arachides/index.aspx?lang=fra> (consulté en janvier 2023).
- AMC – Affaires mondiales Canada, 2023e. Bois d'œuvre résineux. Adresse : https://www.international.gc.ca/controls-controles/softwood-bois_oeuvre/index.aspx?lang=fra (consulté en janvier 2023).
- Arcuri, A., 2017. « Is CETA keeping up with the promise? Interpreting certain provisions relating to Biotechnology », *Questions of International Law*, vol. Zoom Out 41, p. 35-58.
- Aristodemou, L. et F. Tietze, 2018. « The state-of-the-art on Intellectual Property Analytics (IPA): A literature review on artificial intelligence, machine learning and deep learning methods for analysing intellectual property (IP) data », *World Patent Information*, vol. 55, p. 37-51.
- Arkolakis, C., S. Ganapati, et M.-A. Muendler, 2021. « The extensive margin of exporting products: A firm-level analysis », *American Economic Journal: Macroeconomics*, vol. 13, n°4, p. 182-245.

- Arrieta, A. B., N. Díaz-Rodríguez, J. Del Ser, A. Bennetot, S. Tabik, A. Barbado, ... R. Benjamins, 2020. « Explainable Artificial Intelligence (XAI): Concepts, taxonomies, opportunities and challenges toward responsible AI », *Information Fusion*, vol. 58, p. 82-115.
- Arundel, A. et H. Hollanders, 2005. *EXIS: An exploratory approach to innovation scoreboards*, Bruxelles, Belgique, Commission européenne, Direction générale des entreprises.
- ASC – Agence spatiale canadienne, 2019a. Accord de coopération Canada – Agence spatiale européenne. Adresse : <https://www.asc-csa.gc.ca/fra/programmes-financement/canada-esa/a-propos-accord-cooperation.asp> (consulté en septembre 2022)
- ASC – Agence spatiale canadienne, 2019b. Nouvelles – Télescope spatial James Webb. Adresse : <https://www.asc-csa.gc.ca/fra/satellites/jwst/nouvelles.asp> (consulté en novembre 2022)
- Asselin, R., 2022. Growth, Innovation and the Organization of Science Policy in Canada. Adresse : <https://ppforum.ca/publications/growth-innovation-and-the-organization-of-science-policy-in-canada/> (consulté en novembre 2022).
- Atkinson, R. D., 2022. *The Hamilton Index: Assessing National Performance in the Competition for Advanced Industries*, Washington, D.C., Information Technology & Innovation Foundation.
- ATT – Arms Trade Treaty, s.d. Treaty Status. Adresse : <https://thearmstradetreaty.org/treaty-status.html?templateId=209883> (consulté en septembre 2022).
- Aukes, E., J. Wilsdon, G. Ordóñez-Matamoros, et S. Kuhlmann, 2021. « Global resilience through knowledge-based cooperation: A new protocol for science diplomacy », *1000Research*, vol. 10, p. 827.
- Bahar, D., P. Choudhury, et H. Rapoport, 2020. « Migrant inventors and the technological advantage of nations », *Research Policy*, vol. 49, n°9, p. 103947.
- Bai, J. et X. Li, 2023. « How SCAR informs decision-making for Antarctic governance: Perspectives from SCAR submissions », *Marine Policy*, vol. 155, p. 105757.
- Bain, O. et W. Cummings, 2021. « Higher Education in the Era of Knowledge Economy », dans Aarveaara, T., M. Finkelstein, G. A. Jones et J. Jung (réd.), *Universities in the Knowledge Society*, Cham, Suisse, Springer Cham.
- Baker, A., 2022. Ukraine's Conflict Has Rippled All the Way to the Arctic Circle. Adresse : <https://time.com/6156189/russia-ukraine-conflict-risks-arctic-climate/> (consulté en avril 2022).
- Baldos, U., F. Viens, T. Hertel, et K. Fuglie, 2018. « R&D spending, knowledge capital, and agricultural productivity growth: A Bayesian approach », *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 101, n°1, p. 291-310.
- Banks, D., 2021. Le budget fédéral 2021 prévoit de nouveaux fonds pour la technologie quantique, l'intelligence artificielle, les technologies d'énergie propre, les sciences de la vie et les stages d'étudiants. Adresse : <https://www.cap.ca/fr/publications-fr/nouvelles/2021-federal-budget-fre/> (consulté en mars 2022).

- Banque du Canada, 2018. L'ouverture du commerce. Adresse : https://www.banqueducanada.ca/2018/09/la-liberalisation-du-commerce/?theme_mode=light&_gl=1*14t34qy*_ga*MTM1ODg3ODgxOS4xNjk4MTY5MTIz*_ga_DoWRRH3RZH*MTY5ODgoODk4My4yLjAuMTY5ODgoODk4My42MC4wLjA (consulté en janvier 2023).
- Banque mondiale, 2021. Temporary Trade Barriers Database. Adresse : <https://www.worldbank.org/en/data/interactive/2021/03/02/temporary-trade-barriers-database> (consulté en mars 2023).
- Banque mondiale, 2023a. Dépenses en recherche et développement (% du RIB). Adresse : <https://donnees.banquemondiale.org/indicateur/GB.XPD.RSDV.GD.ZS?locations=CA> (consulté en avril 2023).
- Banque mondiale, 2023b. Trading Across Borders. Adresse : <https://subnational.doingbusiness.org/en/data/exploretopics/trading-across-borders/what-measured> (consulté en juillet 2023).
- Bansal, P. et M. R. DesJardine, 2014. « Business sustainability: It is about time », *Strategic Organization*, vol. 12, n°1, p. 70-78.
- Barber, K., H. Fitzgerald, T. Howell, et R. Pontisso (éd.), 2006. *Paperback Oxford Canadian Dictionary*. 2me éd., Toronto, ON, Oxford University Press.
- BCCIC – British Columbia Council for International Cooperation, 2022. Sustainable Development Goals. Adresse : <https://www.bccic.ca/sustainable-development-goals/> (consulté en septembre 2022).
- BCSC – Bureau de la conseillère scientifique en chef du Canada, 2020. *Feuille de route pour la science ouverte*, Ottawa, ON, BCSC.
- BCSC – Bureau de la conseillère scientifique en chef du Canada, 2021a. Rapport annuel 2020-2021. Adresse : <https://science.gc.ca/site/science/fr/bureau-conseillere-scientifique-chef/rapports-annuels/rapport-annuel-conseillere-scientifique-chef-2020-21> (consulté en novembre 2021).
- BCSC – Le Bureau de la conseillère scientifique en chef du Canada, 2021b. *Un cadre de mise en oeuvre de l'ouverture par défaut de la recherche scientifique fédérale*, Ottawa, ON, BCSC.
- Beaudrie, C., C. J. Corbett, T. A. Lewandowski, T. Malloy, et X. Zhou, 2021. « Evaluating the application of decision analysis methods in simulated alternatives assessment case studies: Potential benefits and challenges of using MCDA », *Integrated Environmental Assessment and Management*, vol. 17, n°1, p. 27-41.
- Becheikh, N., R. Landry, et N. Amara, 2006. « Lessons from innovation empirical studies in the manufacturing sector: A systematic review of the literature from 1993-2003 », *Technovation*, vol. 26, n°5, p. 644-664.
- Bell Canada, 2021. *Indice du contenu des Objectifs de développement durable pour BCE Inc, 2020.*, Verdun, QC, Bell Canada Enterprises, Inc.

- Belton, I., K. Cuhls, et G. Wright, 2022. « A critical evaluation of forty-two, large-scale, science and technology foresight Delphi surveys », *Futures & Foresight Science*, vol. 4, n°2, p. e2118.
- Ben Yahia, N., W. Eljaoued, N. Ben Saoud, et R. Colomo-Palacios, 2019. « Towards sustainable collaborative networks for smart cities co-governance », *International Journal of Information Management*, vol. 56, n°1, p. 102037.
- Beneito, P., 2003. « Choosing among alternative technological strategies: An empirical analysis of formal sources of innovation », *Research Policy*, vol. 32, n°4, p. 693-713.
- Berkman, P., 2019. « Evolution of science diplomacy and its local-global applications », *European Foreign Affairs Review*, vol. 24, n°numéro spécial, p. 63-80.
- Berkman, P., 2020. « Science diplomacy and its engine of informed decision-making: Operating through our global pandemic with humanity », *The Hague Journal of Diplomacy*, vol. 15, p. 435-450.
- Berkman, P., O. Young, A. Vylegzhanin, D. Balton, et O. Øvretveit, 2022. « (Research): Conclusions: Building Global Inclusion with Common Interests », dans Berkman, P., A. Vylegzhanin, O. Young, D. Balton et O. Øvretveit (réd.), *Building Common Interests in the Arctic Ocean with Global Inclusion: Volume 2*, Cham, Suisse, Springer Cham.
- Berkman, P. A., A. N. Vylegzhanin, O. R. Young, D. Balton, et O. Øvretveit, 2022. *Building Common Interests in the Arctic Ocean with Global Inclusion: Volume 2*. Cham, Suisse: Springer Cham.
- Berkman, P.A., M.A. Lang, D.W. Walton, et O.R. Young (réd.), 2011. *Science Diplomacy*. Washington, D.C., Smithsonian Institution.
- Bernstein, S., T. McQuade, et R. R. Townsend, 2021. « Do household wealth shocks affect productivity? Evidence from innovative workers during the great recession », *The Journal of Finance*, vol. 76, n°1, p. 57-111.
- Bibri, S. E., 2020. « A methodological framework for futures studies: Integrating normative backcasting approaches and descriptive case study design for strategic data-driven smart sustainable city planning », *Energy Informatics*, vol. 3, n°1, p. 31.
- Bienvenido-Huertas, D., F. Farinha, M. J. Oliveira, E. M. Silva, et R. Lança, 2020. « Comparison of artificial intelligence algorithms to estimate sustainability indicators », *Sustainable Cities and Society*, vol. 63, p. 102430.
- Blanco, L. R., J. Gu, et J. E. Priege, 2016. « The impact of research and development on economic growth and productivity in the U.S. States », *Southern Economic Journal*, vol. 82, n°3, p. 914-934.
- Bland, J. et S. Westlake, 2013. *Don't Stop Thinking About Tomorrow: A Modest Defence of Futurology*, Londres, Royaume-Uni, Nesta.
- Blind, K., J. Edler, R. Frietsch, et U. Schmoch, 2006. « Motives to patent: Empirical evidence from Germany », *Research policy*, vol. 35, n°5, p. 655-672.

- Blumenthal, M. S., J. Taylor, E. N. Leidy, B. Anderson, D. G. Carew, J. Bordeaux, et M. G. Shanley, 2019. *Research Portfolio Performance Metrics*, Santa Monica, CA, RAND.
- BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung [Federal Ministry of Education and Research], s.d. BMBF Foresight. Adresse : https://www.bmbf.de/bmbf/en/research/hightech-and-innovation/foresight-process/foresight-process__node.html (consulté en juillet 2023).
- Bond, A. J. et A. Morrison-Saunders, 2011. « Re-evaluating sustainability assessment: Aligning the vision and the practice », *Environmental Impact Assessment Review*, vol. 31, n°1, p. 1-7.
- Bornmann, L., 2014. « Do altmetrics point to the broader impact of research? An overview of benefits and disadvantages of altmetrics », *Journal of Informetrics*, vol. 8, n°4, p. 895-903.
- Bornmann, L., R. Mutz, R. Haunschild, F. de Moya-Anegón, M. de Almeida Madeira Clemente, et M. Stefaner, 2021. « Mapping the impact of papers on various status groups in excellencemapping.net: A new release of the excellence mapping tool based on citation and reader scores », *Scientometrics*, vol. 126, p. 9305-9331.
- Bové, A.-T. et S. Swartz, 2016. Starting at the Source: Sustainability in Supply Chains. Adresse : <https://www.mckinsey.com/capabilities/sustainability/our-insights/starting-at-the-source-sustainability-in-supply-chains> (consulté en février 2023).
- Bovis, C. H., 2012. « Risk and public-private partnerships », *European Procurement & Public Private Partnership Law Review*, vol. 7, n°1, p. 44-56.
- Bown, C. P., C. M. Snyder, et R. W. Staiger, 2022. *Vaccine Supply Chain Resilience and International Cooperation*, Princeton, NJ, Princeton Economics.
- BPM – Bureau du Premier ministre du Canada, 2021a. Lettre de mandat de la ministre des Affaires étrangères. Adresse : <https://www.pm.gc.ca/fr/lettres-de-mandat/2021/12/16/lettre-de-mandat-de-la-ministre-des-affaires-etrangees> (consulté en novembre 2022).
- BPM – Bureau du Premier ministre du Canada, 2021b. Lettre de mandat du ministre de l'Innovation, des Sciences et de l'Industrie. Adresse : <https://www.pm.gc.ca/fr/lettres-de-mandat/2021/12/16/lettre-de-mandat-du-ministre-de-l-innovation-des-sciences-et-de> (consulté en novembre 2022).
- BPM – Bureau du Premier ministre du Canada, 2021c. Lettre de mandat de la ministre du Commerce international, de la Promotion des exportations, de la Petite Entreprise et du Développement économique. Adresse : <https://www.pm.gc.ca/fr/lettres-de-mandat/2021/12/16/lettre-de-mandat-de-la-ministre-du-commerce-international-de-la> (consulté en février 2023).
- BPM – Bureau du Premier ministre du Canada, 2022. Communiqué des chefs d'État et de gouvernement du G7. Adresse : <https://www.pm.gc.ca/fr/nouvelles/declarations/2022/06/28/communique-des-chefs-detat-et-de-gouvernement-du-g7> (consulté en juillet 2022).

- BRDE – Bureau de recherche et de développement énergétiques, 2023. Occasions de financement. Adresse : <https://ressources-naturelles.canada.ca/science-et-donnees/financement-et-partenariats/occasions-financement/22047> (consulté en octobre 2023).
- Breinlich, H., P. Nolen, et G. C. Wright, 2020. « Is publicly-reported firm-level trade data reliable? Evidence from the UK », *PLoS ONE*, vol. 15, n°11, p. e0236926.
- Brodherson, M., J. Heller, J. Perrey, et D. Remley, 2017. Creativity's Bottom Line: How Winning Companies Turn Creativity Into Business Value and Growth. Adresse : <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/creativitys-bottom-line-how-winning-companies-turn-creativity-into-business-value-and-growth> (consulté en novembre 2022).
- Brooks, H., 1980. « Technology, evolution, and purpose », *Daedalus*, vol. 109, n°1, p. 65-81.
- Brooks, H., 1994. « The relationship between science and technology », *Research Policy*, vol. 23, p. 477-486.
- Brown, A., J. Gregory, et S. Wunsch-Vincent, 2022. Intangible Assets Owned by all Listed Companies Grew to USD 74 Trillion in 2021 – the US and China Have the Most Intangible-Asset Intensive Firms in, Respectively, High- And Middle-income Economies. Adresse : https://www.wipo.int/global_innovation_index/en/gii-insights-blog/2022/intangible-assets.html (consulté en novembre 2022).
- Brown, D. et H. Wynn, 1997. *Managing Risk and Innovation: The Challenge for Smaller Businesses*, Paris, France, Organisation de coopération et de développement économiques.
- Brugner, P. et A. Degelsegger-Márquez, 2018. *Using Science for/in Diplomacy for Addressing Global Challenges: D6.7 Dissemination and Exploitation Plan*, Vienne, Autriche, S4D4C.
- BTI – Bertelsmann Transformation Index, 2022. Democracy Report. Adresse : <https://bti-project.org/en/reports/global/democracy-report> (consulté en mai 2023).
- Buffardi, A. L., S. Sharp, S. Hadley, et R. A. Archer, 2020. *Measuring Evidence-Informed Decision-Making Processes in Low- And Middle-Income Countries*, Londres, Royaume-Uni, Overseas Development Institute.
- Bughin, J. et J. M. Jacques, 1994. « Managerial efficiency and the Schumpeterian link between size, market structure and innovation revisited », *Research Policy*, vol. 23, n°6, p. 653-659.
- Burch, S., J. DiBella, A. Wiek, S. Schaltegger, W. Stubbs, M. Farrelly, ... K. McCormick, 2022. « Building urban resilience through sustainability-oriented small- and medium-sized enterprises », *Urban Transformations*, vol. 4, n°1, p. 12.
- Bureau de l'économiste en chef, 2022. La performance du commerce des services du Canada (2018). Adresse : https://www.international.gc.ca/trade-commerce/economist-economiste/state_of_trade-commerce_international/special_feature-2018-article_special.aspx?lang=fra (consulté en juin 2023).
- Bureau du Cabinet du gouv. du R.-U. – Gouvernement du Royaume-Uni Bureau du Cabinet, 2018. Horizon Scanning. Adresse : <https://coanalysis.blog.gov.uk/category/analysis-and-insight/horizonscanning/> (consulté en février 2023).

- Bureau du vice-Premier ministre du R.-U. – Gouvernement du Royaume-Uni Bureau du vice-Premier ministre, 2005. *A Practical Guide to the Strategic Environmental Assessment Directive*. Londres, Royaume-Uni, Gouv. du Royaume-Uni Bureau du vice-Premier ministre.
- Buschman, V. Q., 2022. « Framing co-productive conservation partnerships with Arctic Indigenous peoples », *Conservation Biology*, vol. 36, n°6, p. e13972.
- C100, 2022. *Impact Report*, San Francisco, CA, C100.
- C40 Cities, 2017. Appel à propositions : CitiesIPCC et la conférence scientifique sur le changement climatique. Adresse : <https://www.c40.org/fr/news/call-for-proposals-citiesipcc-and-climate-change-science-conference/> (consulté en juillet 2023).
- C40 Cities, 2020. Soutenir l'innovation climatique menée par les femmes dans les villes du C40. Adresse : <https://www.c40.org/women4climate/tech-challenge/> (consulté en juillet 2023).
- C40 Cities, 2022. *Actionable Data Indicators for Consumption-Based Emissions: London and New York City*, New York, NY, C40 Cities.
- C40 Cities, 2023a. Comment utiliser la budgétisation climatique pour intégrer l'action climatique dans l'administration municipale? Adresse : https://www.c40knowledgehub.org/s/article/How-to-use-climate-budgeting-to-mainstream-climate-action-across-the-city-government?language=en_US (consulté en juillet 2023).
- C40 Cities, 2023b. Impliquer le secteur privé. Adresse : <https://www.c40.org/fr/what-we-do/influencing-the-global-agenda/engaging-the-private-sector/> (consulté en juillet 2023).
- C40 Cities, 2023c. À Propos C40. Adresse : <https://www.c40.org/about-c40/> (consulté en avril 2023).
- C40 Cities et Ramboll, 2019. *Measuring Progress in Urban Climate Change Adaptation*, New York, NY, C40 Cities.
- CAC – Conseil des académies canadiennes, 2006. *L'état de la science et de la technologie au Canada*, Ottawa, ON, Le comité d'experts sur l'état de la science et de la technologie au Canada, CAC.
- CAC – Conseil des académies canadiennes, 2012. *L'état de la science et de la technologie au Canada, 2012*, Ottawa, ON, Le comité d'experts sur l'état de la science et de la technologie au Canada, CAC.
- CAC – Conseil des académies canadiennes, 2018. *Rivaliser dans une économie mondiale axée sur l'innovation : L'état de la R-D au Canada*, Ottawa, ON, Le comité d'experts sur l'état de la science et de la technologie et de la recherche-développement industrielle au Canada, CAC.
- CAC – Conseil des académies canadiennes, 2021. *Dynamiser la découverte*, Ottawa, ON, Le comité d'experts sur les pratiques internationales pour financer la recherche en sciences naturelles et en génie, CAC.
- Cagan, R., 2013. « The San Francisco Declaration on Research Assessment », *Disease Models & Mechanisms*, vol. 6, n°4, p. 869-870.
- Calof, J. et J. Smith, 2012. « Foresight impacts from around the world: A special issue », *Foresight*, vol. 14, n°1, p. 5-14.

- Campbell-Montalvo, R., N. Caporale, G. McDowell, C. Idlebird, K. Wiens, K. Jackson, ... M. Moore, 2020. « Insights from the Inclusive Environments and Metrics in Biology Education and Research network: Our experience organizing inclusive biology education research events », *Journal of Microbiology & Biology Education*, vol. 21, n°1, p. 1-9.
- Canada-UE – Canada-l'Union européenne, 2016. *L'Accord économique et commercial global entre le Canada et l'Union européenne*, Bruxelles, Belgique, Canada-UE.
- CANARIE – 2023. Le Réseau national de la recherche et de l'éducation du Canada. Adresse : <https://www.canarie.ca/fr/rnre/> (consulté en juin 2023).
- Carayannis, E. G., Y. Goletsis, et E. Grigoroudis, 2018. « Composite innovation metrics: MCDA and the Quadruple Innovation Helix framework », *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 131, p. 4-17.
- Carroll, S., E. Herczog, M. Hudson, K. Russell, et S. Stall, 2021. « Operationalizing the CARE and FAIR Principles for Indigenous data futures », *Scientific Data*, vol. 8, p. 108.
- Cascadia Innovation Corridor, 2018. Cascadia Innovation Corridor. Adresse : <https://connectcascadia.com/> (consulté en mai 2023).
- CCNST – Conseil consultatif national des sciences et de la technologie, 1994. *L'établissement de relations internationales en sciences et technologie : Ou comment l'approche internationale du Canada vis-à-vis des sciences et de la technologie peut aider la petite et moyenne entreprise*, Ottawa, ON, CCNST.
- CCRC – Comité de coordination de la recherche au Canada, 2020. Cadre international : énoncé des objectifs et des principes. Adresse : <https://www.canada.ca/fr/comite-coordination-recherche/priorites/cadre-international/enonce-des-objectifs-et-des-principes.html> (consulté en novembre 2022)
- CCRC – Comité de coordination de la recherche au Canada, 2022. Au sujet du fonds Nouvelles frontières en recherche. Adresse : https://www.sshrc-crsh.gc.ca/funding-financement/nfrf-fnfr/about-au_sujet-fra.aspx (consulté en mai 2022)
- CCST – Conseil consultatif des sciences et de la technologie, 2000. *Un essor nécessaire: Le Canada, les activités internationales en sciences et technologie et l'économie du savoir*, Ottawa, ON, Rapport du Groupe d'experts sur le rôle du Canada dans les activités internationales de sciences et de technologie.
- CDB – Convention sur la Diversité Biologique, 2013. Bienvenue au Secrétariat de la CDB. Adresse : <https://www.cbd.int/secretariat/> (consulté en mars 2022).
- CDB – Convention sur la Diversité Biologique, s.d. Generic and Specific Indicators for Assessing Progress in the Attainment of the Aichi Biodiversity Targets, Including an Assessment of their Main Characteristics, Montréal, QC, CDB.
- CDP – Carbon Disclosure Project, 2023. Five Global Organisations, Whose Frameworks, Standards and Platforms Guide the Majority of Sustainability and Integrated Reporting, Announce a Shared Vision of What Is Needed for Progress Towards Comprehensive Corporate Reporting. Adresse : <https://www.cdp.net/en/articles/media/comprehensive-corporate-reporting> (consulté en juin 2023).

- CE – Commission européenne, 2010. *Drivers of International Collaboration in Research*, Bruxelles, Belgique: Direction générale de la recherche.
- CE – Commission européenne, 2016. *Open Innovation Open Science Open to the World*, Bruxelles, Belgique, CE.
- CE – Commission européenne, 2021a. Policy Background. Adresse : https://research-and-innovation.ec.europa.eu/strategy/strategy-2020-2024/europe-world/international-cooperation/bilateral-cooperation-science-and-technology-agreements-non-eu-countries/canada_en (consulté en juin 2023).
- CE – Commission européenne, 2021b. Global Cyber Security Index. Adresse : <https://composite-indicators.jrc.ec.europa.eu/explorer/explorer/indices/GCI/global-cyber-security-index> (consulté en février 2023).
- CE – Commission européenne, 2022. *Tackling R&I Foreign Interference*, Bruxelles, Belgique, CE.
- Centre pour la cybersécurité – Centre canadien pour la cybersécurité, 2020. Protéger le matériel de recherche médicale contre les cybermenaces. Adresse : <https://www.cyber.gc.ca/fr/orientation/proteger-le-materiel-de-recherche-medicale-contre-les-cybermenaces-itsap00134> (consulté en novembre 2022).
- Centre pour la cybersécurité – Centre canadien pour la cybersécurité, 2021. La cybersécurité et les dispositifs médicaux connectés. Adresse : <https://www.cyber.gc.ca/fr/orientation/la-cybersecurite-et-les-dispositifs-medicaux-connectes-itsap00132> (consulté en novembre 2022).
- Centre pour la cybersécurité – Centre canadien pour la cybersécurité, 2022a. Programme d’audit de la cybersécurité. Adresse : <https://www.cyber.gc.ca/fr/outils-services/programme-audit-cybersecurite> (consulté en novembre 2022).
- Centre pour la cybersécurité – Centre canadien pour la cybersécurité, 2022b. Méthodologie harmonisée d’EMR. Adresse : <https://www.cyber.gc.ca/fr/outils-services/methodologie-harmonisee-emr> (consulté en novembre 2022).
- Centre pour la cybersécurité – Centre canadien pour la cybersécurité, 2022c. Alertes et avis. Adresse : <https://www.cyber.gc.ca/fr/alertes-avis> (consulté en novembre 2022).
- Centre pour la cybersécurité – Centre canadien pour la cybersécurité, 2023. Centre canadien pour la cybersécurité. Adresse : <https://www.cyber.gc.ca/fr> (consulté en juin 2023).
- Černevičienė, J. et A. Kabašinskas, 2022. « Review of multi-criteria decision-making methods in finance using explainable artificial intelligence », *Frontiers in Artificial Intelligence*, vol. 5, p. 827584.
- CGIPN – Le centre de gouvernance de l’information des Premières Nations, 2022a. Les principes de PCAP® des Premières Nations. Adresse : <https://fnigc.ca/fr/les-principes-de-pcap-des-premieres-nations/> (consulté en août 2023).
- CGIPN – Le centre de gouvernance de l’information des Premières Nations, 2022b. *Exploration of the Impact of Canada’s Information Management Regime on First Nations Data Sovereignty*. Akwesasne, ON, CGIPN.

- Chen, C.-K., 2008. « Construct model of the knowledge-based economy indicators », *Transformations in Business & Economics*, vol. 7, n°2, p. 21–31.
- Chen, J., Walker, R., et Sawhney, M., 2019. « Public service innovation: A typology. *Public Management Review* », vol. 22, n°11, p. 1674–1695.
- Chen, Q., 2022. China Wants to Put Data to Work as an Economic Resource—But How? Adresse : <https://digichina.stanford.edu/work/china-wants-to-put-data-to-work-as-an-economic-resource-but-how/> (consulté en avril 2023).
- Cheong, D., 2010. *Methods for Ex Post Economic Evaluation of Free Trade Agreements*, Manille, Les Philippines, Asian Development Bank.
- Chinchilla-Rodríguez, Z., Y. Bu, N. Robinson-García, R. Costas, et C.R. Sugimoto, 2018. « Travel bans and scientific mobility: Utility of asymmetry and affinity indexes to inform science policy », *Scientometrics*, 116(1), 569–590. vol. 116, n°1, p. 569–590.
- Chopra, A., 2022. The Chinese Vaccine Diplomacy in Southeast Asia. Adresse : <https://www.orfonline.org/expert-speak/the-chinese-vaccine-diplomacy-in-southeast-asia/> (consulté en juin 2023).
- Chu, X., S. K. Tso, W. J. Zhang, et Q. Li, 2000. *Partners Selection for Virtual Enterprises*, communication présentée dans le cadre du 3ième World Congress on Intelligent Control and Automation, Hefei, Chine.
- Cillo, V., A.M. Petruzzelli, L. Arditto, et M. Del Giudice, 2019. « Understanding sustainable innovation: A systematic literature review », *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, vol. 26, n°5, p. 1012–1025.
- Cirera, X. A. et S. Muzi, 2016. *Measuring Firm-Level Innovation Using Short Questionnaires: Evidence from an Experiment. Policy Research Working Paper 7696*, Washington, D.C., Institute of Development Studies: World Bank.
- Ciuriak, D., 2019. *Data as a Contested Economic Resource: Framing the Issues*, communication présentée dans le cadre du Data and Digital Intelligence as People's Resources: Reclaiming Freedom and Control in a Data-Based Society, Berlin, Allemagne.
- Ciuriak, D. et P. Goff, 2021. *Economic Security and the Changing Global Economy*, Waterloo, ON, Centre for International Governance Innovation.
- Clampit, J., B. Kedia, F. Fabian, et N. Gaffney, 2015. « Offshoring satisfaction: The role of partnership credibility and cultural complementarity », *Journal of World Business*, vol. 50, n°1, p. 79–93.
- Clancy, M., 2022. Do Academic Citations Measure the Impact of New Ideas? Adresse : <https://www.newthingsunderthesun.com/pub/ko18fgf> (consulté en novembre 2022)
- Clarivate, 2023. Web of Science. Adresse : <http://webofscience.com> (consulté en février 2023).
- CLS – Centre canadien de rayonnement synchrotron, s.d. Better Data, Faster. Adresse : <https://www.lightsource.ca/science/better-data-faster.php> (consulté en juin 2023).
- CNRC – Conseil national de recherches Canada, 2020. *From Dialogue à l'Action, de l'Excellence à l'Impact*, Ottawa, ON, CNRC.

- CNRC – Conseil national de recherches Canada, 2023. Eureka. Adresse : <https://nrc.canada.ca/fr/soutien-innovation-technologique/eureka> (consulté en mars 2022).
- CNUCED – Conférence Nations Unies sur le commerce et développement, 2018. *Rapport sur le commerce et développement 2018*, Genève, Suisse, Nations Unies.
- Coastal First Nations, 2022. Collaborative Governance and Reconciliation with First Nations. Adresse : <https://coastalfirstnations.ca/our-sea/collaborative-governance-and-reconciliation-with-first-nations/> (consulté en mai 2023).
- Colglazier, E. W., 2018. Science Diplomacy and Future Worlds. Adresse : <https://www.sciencediplomacy.org/editorial/2018/science-diplomacy-and-future-worlds> (consulté en novembre 2022).
- Committee on Assessing the Value of Research in Advancing National Goals, 2014. « The Usefulness and Limitations of Metrics in Measuring the Returns on Publicly Funded Research. », dans R. F. Celeste, A. Griswold & M. L. Straf (éd.), *Furthering America's Research Enterprise*, Washington, D.C., National Academies Press.
- Conference Board du Canada, 2021. Innovation Report Card 2021. Adresse : <https://www.conferenceboard.ca/focus-areas/innovation-technology/innovation-report-card> (consulté en novembre 2022).
- Copeland, D., 2015. « Science, Technology and Wikileaks 'Cablegate': Implications for Diplomacy and International Relations », dans L. S. Davis & R. G. Patman (éd.), *Science Diplomacy: New Day or False Dawn?* Clementi, Singapour: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.
- Cornell, S., F. Berkhout, W. Tuinstra, D. Tàbara, J. Jäger, I. Chabay, . . . L. van Kerkhoff, 2013. « Opening up knowledge systems for better responses to global environmental change », *Environmental Science & Policy*, vol. 28, p. 60-70.
- CPSNR – Comité des parlementaires sur la sécurité nationale et le renseignement, 2021. *Rapport annuel 2020 (version révisée conformément au paragraphe 21(1) de la Loi sur le Comité des parlementaires sur la sécurité nationale et le renseignement)*, Ottawa, ON, CPSNR.
- Craig, R., A. Garmestani, C. Allen, C. Arnold, H. Birgé, D. DeCaro, . . . E. Schlager, 2017. « Balancing stability and flexibility in adaptive governance: An analysis of tools available in U.S. environmental law », *Ecology and Society*, vol. 22, n°2, p. 3.
- Crescenzi, R., A. Dyèvre, et F. Neffke, 2022. Making Foreign Direct Investment Work for Innovation Clusters. Adresse : <https://blogs.lse.ac.uk/businessreview/2022/05/09/making-foreign-direct-investment-work-for-innovation-clusters/> (consulté en mars 2023).
- CRSNG – Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada, 2022. CRSNG– National Science Foundation – Collaboration dans le domaine de la science quantique et de l'intelligence artificielle. Adresse : https://www.nserc-crsng.gc.ca/Innovate-Innovet/NSERC-NSF-CRSNG_fra.asp (consulté en avril 2022).

- CRSNG – Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada, 2023. Subventions Alliance. Adresse : https://www.nserc-crsng.gc.ca/innovate-innovat/alliance-alliance/index_fra.asp (consulté en octobre 2023).
- CSTI – Conseil des sciences, de la technologie et de l'innovation, 2013. *Le système des sciences, de la technologie et de l'innovation au Canada: Aspirer au leadership mondial*, Ottawa, ON, CSTI.
- CSTI – Conseil des sciences, de la technologie et de l'innovation, 2015. *L'état des lieux en 2014: Le système des sciences, de la technologie et de l'innovation au Canada*, Ottawa, ON, CSTI.
- Cucari, N., I. Tutore, R. Montera, et S. Profita, 2023. « A bibliometric performance analysis of publication productivity in the corporate social responsibility field: Outcomes of SciVal analytics », *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, vol. 30, p. 1-16.
- Cuhls, K., 2019. « Horizon Scanning in Foresight – Why Horizon Scanning is only a part of the game », *Futures & Foresight Science*, vol. 2, n°1 p. e23.
- CWTS Leiden Ranking – Centre for Science and Technology Studies Leiden Ranking, 2022. Information about the CWTS Leiden Ranking. Adresse : <https://www.leidenranking.com/information/general> (consulté en février 2023).
- Czarnitzki, D. et H. Hottenrott, 2011. « R&D investment and financing constraints of small and medium-sized firms », *Small Business Economics*, vol. 36, n°1 p. 65-83.
- Das, R. C. et S. Mukherjee, 2020. « Do spending on R&D influence income? An enquiry on the world's leading economies and groups », *Journal of the Knowledge Economy*, vol. 11, p. 1295-1315.
- Davidson, W. et J. Montville, 1981. « Foreign policy according to Freud », *Foreign Policy*, vol. 45, n°hiver 1981-1982 p. 145-157.
- Davies, S., H. Putnam, T. Ainsworth, J. Baum, C. Bove, C. Crosby, . . . A. Bates, 2021. « Promoting inclusive metric of success and impact to dismantle a discriminatory reward system in science », *PLoS Biology*, vol. 19, n°6 p. e3001282.
- Davis, L. S. et R. G. Patman, 2015. « New Day or False Dawn? », dans L. S. Davis et R. G. Patman (réd.), *Science Diplomacy: New Day or False Dawn?* Clementi, Singapour: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.
- Dawson, R., s.d. Government Foresight Programs. Adresse : <https://rossdawson.com/futurist/government-foresight/> (consulté en février 2023).
- DCSA – Defense Counterintelligence and Security Agency, 2010. Foreign Ownership, Control or Influence (FOCI). Adresse : <https://www.dcsa.mil/mc/jisd/foci/> (consulté en février 2023).
- DEO – Diversification de l'économie de l'Ouest Canada, 2012. Évaluation de l'activité Innovation. Adresse : <https://www.wd-deo.gc.ca/fra/14678.asp> (consulté en novembre 2022).
- Dedrick, J., K. L. Kraemer, et T. Tsai, 1999. *Acer: An IT company learning to use information technology to compete*, Irvine, CA, Center for Research on Information Technology and Organization.

- Deodoro, J., M. Gorbanyov, M. Malaika, et T. Sedik, 2021. *Quantum Computing and the Financial System: Spooky Action at a Distance? IMF Working Paper WP/21/71*, Washington, D.C., International Monetary Fund.
- Diercks, G., H. Larsen, et F. Steward, 2019. « Transformative innovation policy: Addressing variety in an emerging policy paradigm », *Research Policy*, vol. 48, n°4 p. 880-894.
- DIISR – Department of Innovation, Industry, Science and Research, 2009. *Innovation Metrics Framework Project*. Canberra, Australie, Department of Innovation, Industry, Science and Research.
- Diodato, D., A. Morrison, et S. Petralia, 2022. « Migration and invention in the Age of Mass Migration », *Journal of Economic Geography*, vol. 22, p. 477-498.
- DOAJ – Directory of Open Access Journals, 2023. Directory of Open Access Journals. Adresse : <https://doaj.org> (consulté en février 2023).
- Donahue, J. et R. Zeckhauser, 2011. *Collaborative Governance: Private Roles for Public Goals in Turbulent Times*. Princeton, NJ, Princeton University Press.
- Dufour, P., 2021. *Foreign Frameworks for Prioritizing Science, Technology, and Innovation Partnerships: An Assessment of Evolving Experiments from Four Countries*. Ottawa, ON, Gouvernement du Canada.
- Dzialis, M. et K. Blind, 2019. « Innovation indicators throughout the innovation process: An extensive literature analysis », *Technovation*, vol. 80, p. 3-29.
- Earl, E. L., C. De Fuentes, J. Kinder, et R. S. Schillo, 2023. « Inclusive Innovation and How It Can be Measured », dans Fred Gault Anthony Arundel & Erika Kraemer-Mbula (réd.), *Handbook of Innovation Indicators and Measurement*. Cheltenham, Royaume-Uni, Edward Elgar Publishing Limited.
- ECCC – Environnement et Changement climatique Canada, 2022. Accord de coopération scientifique et technique entre le Canada et la Chine. Adresse : <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/organisation/affaires-internationales/partenariats-pays-regions/asie/canada-chine-cooperation-scientifique-technique.html> (consulté en novembre 2022).
- Economist Impact, 2021. *Food Sustainability Index 2021 Methodology Paper*. New York, NY, Economist Impact.
- Economist Impact, 2022. Food Sustainability Index (FSI): Introduction. Adresse : <https://impact.economist.com/projects/foodsustainability/> (consulté en février 2023).
- Edmunds, L. D., S. Gluderer, P.V. Ovseiko, R. Kamerling, J. Ton, L. Vis, . . . A. B. Hassan, 2019. « New indicators and indexes for benchmarking university–industry–government innovation in medical and life science clusters: Results from the European FP7 Regions of Knowledge HealthTIES project », *Health Research Policy and Systems*, vol. 17, n°1, p. 10.
- EDSC – Emploi et Développement social Canada, 2022. Pour l'innovation inclusive : Nouvelles idées et nouveaux partenariats pour des collectivités plus fortes. Adresse : <https://www.canada.ca/en/employment-social-development/programs/social-innovation-social-finance/reports/recommendations-what-we-heard.html> (consulté en mai 2023).

- EDSC – Emploi et Développement social Canada, 2023. Embaucher un travailleur talentueux de l'étranger par l'entremise du Volet des talents mondiaux. Adresse : <https://www.canada.ca/en/employment-social-development/services/foreign-workers/global-talent.html> (consulté en mai 2023).
- El Bah, A. et J. Scott, 2022. *Evaluation of the UNESCO's Local and Indigenous Knowledge Systems (LINKS) Programme*, Paris, France: Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture.
- Ellis, S., 2005. « Meaningful consideration? A review of traditional knowledge in environmental decision making », *Arctic*, vol. 58, n°1, p. 66-77.
- Elshaarawy, R. et R. A. Ezzat, 2023. « Global value chains, financial constraints, and innovation », *Small Business Economics*, vol. 61, p. 223-257.
- Engler, A., 2022. *Institutionalizing Data Analysis in German Federal Governance*. Washington, D.C., Brookings Institution.
- Epping, E., 2020. « Lifting the smokescreen of science diplomacy: Comparing the political instrumentation of science and innovation centres », *Humanities & Social Sciences Communications*, vol. 7, p. 111.
- Estefania-Flores, J., D. Furceri, S. A. Hannan, J. D. Ostry, et A. K. Rose, 2022. *A Measurement of Aggregate Trade Restrictions and Their Economic Effects*, Washington, D.C., International Monetary Fund.
- Eureka, s.d. Innovation Beyond Borders. Adresse : <https://www.eurekanetwork.org/> (consulté en octobre 2023).
- L'examen du soutien fédéral aux sciences, 2017. *Investir dans l'avenir du Canada: Consolider les bases de la recherche au pays*, Ottawa, ON, L'examen du soutien fédéral aux sciences.
- Exiger, 2022. Critical Vendor Monitoring Flagged Russian Foreign Ownership Control and Influence (FOCI) Red Flags Months Before Russia-Ukraine War Elevated the Concern. Adresse : <https://www.exiger.com/perspectives/foci-risk-case-study/> (consulté en février 2023)
- Fast, E., 2007. *Réaliser le potentiel des sciences et de la technologie au profit du Canada*, Ottawa, ON, Bibliothèque du Parlement.
- FCI – Fondation canadienne pour l'innovation, s.d. Navigateur d'installations de recherche. Adresse : <https://navigator.innovation.ca/fr/propos-du-navigateur> (consulté en novembre 2022).
- Fenner, M., 2013. « What can article-level metrics do for you? », *PLoS Biology*, vol. 11, n°10, p. e1001687.
- FERAC – Le Fonds d'excellence en recherche Apogée Canada, 2023. Memorial University of Newfoundland: Initiative Qanittaq – Pour un transport maritime propre dans l'Arctique. Adresse : https://www.cfref-apogee.gc.ca/results-resultats/abstracts-resumes/competition_3/memorial_university_of_newfoundland-fra.aspx (consulté en août 2023).

- Ferraris, A., G. Santoro et A. Pellicelli, 2020. « «Openness» of public governments in smart cities: Removing the barriers for innovation and entrepreneurship », *International Entrepreneurship and Management Journal*, vol. 16, p. 1259–1280.
- Ferreira, C., G. Bastille-Rousseau, A. Bennett, E. Ellington, C. Terwissen, C. Austin, . . . D. Murray, 2016. « The evolution of peer review as a basis for scientific publication: Directional selection towards a robust discipline? », *Biological Reviews*, vol. 91, n°3, p. 597–610.
- FIN – Finances Canada, 2021. *Vers une stratégie sur la qualité de vie pour le Canada*, Ottawa, ON, FIN.
- FIN – Finances Canada, 2023. *La corporation d'innovation du Canada: Plan Directeur*, Ottawa, ON, FIN.
- Flink, T., 2020. « The sensationalist discourse of science diplomacy: A critical reflection », *The Hague Journal of Diplomacy*, vol. 15, p. 359–370.
- Flink, T., 2021. *Why Science Diplomacy Needs Evaluative Backing*. Bruxelles, Belgique, S4D4C.
- Flink, T., 2022. « Taking the pulse of science diplomacy and developing practices of valuation », *Science and Public Policy*, vol. 49, n°2, p. 191–200.
- Florini, A., 2019. « Chapter 24: Collaborative Governance », dans G. George, T. Baker, P. Tracey & H. Joshi (réd.), *Handbook of Inclusive Innovation*. Northampton, MA, Edward Elgar Publishing.
- Fonds multilatéral – Fonds multilatéral pour l'application du Protocole de Montréal, 2022. Fund Secretariat. Adresse : www.multilateralfund.org/aboutMLF/fundsecretariat/default.aspx (consulté en mars 2022).
- Fontana, M., M. Iori, F. Montobbio et R. Sinatra, 2018. *A Bridge Over Troubled Water: Interdisciplinarity, Novelty, and Impact*. Milan, Italie, Università Cattolica del Sacro Cuore, Dipartimenti e Istituti di Scienze Economiche.
- Frandsen, T. et Nicolaisen, J., 2023. « Defining the unscholarly publication: A bibliometric study of uncited and barely cited publications », *Scientometrics*, vol. 128, p. 1337–1350.
- Fuerth, L. S., 2009. « Foresight and anticipatory governance », *Foresight*, vol. 11, n°4, p. 17.
- Gagnon, P. F., Rapin, A., Gagné, D., et Gendron, G., 2022. *Cyberincidents géopolitiques au Canada*, Montréal, QC, l'Observatoire des conflits multidimensionnels.
- Gates, R. M., 2020. *Exercise of Power: American Failures, Successes, and a New Path Forward in the Post-Cold War World*. New York, NY, Vintage Books.
- GC – Gouvernement du Canada, 1867. *Lois constitutionnelles*. Londres, Royaume-Uni, GC.
- GC – Gouvernement du Canada, 1985. *Loi sur les aliments et drogues, L.R.C. (1985), ch. F-27*, Ottawa, ON, GC.
- GC – Gouvernement du Canada, 1992. *Loi sur les mesures économiques spéciales, L.C. 1992, ch. 17*, Ottawa, ON, GC.

- GC – Gouvernement du Canada, 2007. *Réaliser le potentiel des sciences et de la technologie au profit du Canada*, Ottawa, ON, GC.
- GC – Gouvernement du Canada, 2016. Politique des trois organismes sur le libre accès aux publications. Adresse : <https://science.gc.ca/site/science/fr/financement-interorganismes-recherche/politiques-lignes-directrices/libre-acces/politique-trois-organismes-libre-acces-aux-publications> (consulté en août 2022).
- GC – Gouvernement du Canada, 2017a. La création conjointe et ouverte d'élaboration de politiques. Adresse : <https://ouvert.canada.ca/fr/blogue/creation-conjointe-ouverte-delaboration-politiques> (consulté en mai 2023).
- GC – Gouvernement du Canada, 2017b. *Loi sur Investir au Canada, L.C. 2017, ch. 20, art. 442*, Ottawa, ON, GC.
- GC – Gouvernement du Canada, 2018. *Règlement sur la salubrité des aliments au Canada DORS/2018-108*, Ottawa, ON, GC.
- GC – Gouvernement du Canada, 2019. Lignes directrices – Communication de renseignements commerciaux confidentiels aux termes de l'alinéa 21.1(3)c) de la Loi sur les aliments et drogues. Adresse : <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/examen-et-approbation-medicaments-et-produit-sante/requete-renseignements-commerciaux-confidentiels/communication-renseignements-commerciaux-confidentiels/lignes-directrices.html> (consulté en juillet 2022).
- GC – Gouvernement du Canada, 2020. *Miser Sur Le Succès: La Stratégie En Matière d'éducation Internationale 2019-2024*, Ottawa, ON, Affaires mondiales Canada.
- GC – Gouvernement du Canada, 2021a. Loi sur la Déclaration des Nations Unies sur les droits des peuples autochtones, L.C. 2021, ch. 14. Adresse : <https://laws-lois.justice.gc.ca/fra/lois/u-2.2/TexteCompleet.html> (consulté en octobre 2022).
- GC – Gouvernement du Canada, 2021b. Modèle d'Accord sur la promotion et la protection des investissements étrangers (APIE) du Canada de 2021. Adresse : <https://www.international.gc.ca/trade-commerce/trade-agreements-accords-commerciaux/agr-acc/fipa-apie/index.aspx?lang=fra> (consulté en mai 2022).
- GC – Gouvernement du Canada, 2021c. Government of Canada Funds 117 Innovative Projects Across Canada to Advance Groundbreaking Research. Adresse : <https://www.newswire.ca/news-releases/government-of-canada-funds-117-innovative-projects-across-canada-to-advance-groundbreaking-research-822685598.html> (consulté en avril 2022).
- GC – Gouvernement du Canada, 2021d. Quels sont les risques? Adresse : <https://science.gc.ca/site/science/fr/protégez-votre-recherche/reenseignements-generaux-securite-recherche/quels-sont-les-risques> (consulté en avril 2022).

- GC – Gouvernement du Canada, 2021e. Formulaire d'évaluation des risques des Lignes directrices sur la sécurité nationale pour les partenariats de recherche. Adresse : <https://science.gc.ca/site/science/fr/protegez-votre-recherche/lignes-directrices-outils-pour-mise-oeuvre-securite-recherche/lignes-directrices-securite-nationale-pour-partenariats-recherche/formulaire-devaluation-risques-lignes-directrices-securite-nationale-pour-partenariats> (consulté en avril 2022).
- GC – Gouvernement du Canada, 2021f. Accord international pour la prévention d'activités non réglementées de pêche en haute mer dans le centre de l'océan Arctique. Adresse : <https://www.dfo-mpo.gc.ca/international/arctic-arctique-fra.htm> (consulté en août 2022).
- GC – Gouvernement du Canada, 2021g. Lignes directrices sur l'examen relatif à la sécurité nationale des investissements. Adresse : <https://ised-isde.canada.ca/site/loi-investissement-canada/fr/loi-sur-investissement-canada/lignes-directrices/lignes-directrices-sur-lexamen-relatif-la-securite-nationale-des-investissements> (consulté en juin 2022).
- GC – Gouvernement du Canada, 2022a. Accès en franchise de droits du bœuf et du veau provenant de pays membres du PTPGP à compter du 1^{er} janvier 2023 – Message à l'industrie. Adresse : https://www.international.gc.ca/trade-commerce/controls-controles/messages/2022-12-23-message__industry-industrie.aspx?lang=fra (consulté en juillet 2023).
- GC – Gouvernement du Canada, 2022b. *Agir ensemble: Rapport annuel de 2021 du Canada sur le Programme 2030 et les objectifs de développement durable*, Ottawa, ON, GC.
- GC – Gouvernement du Canada, 2022c. Le Canada et les objectifs de développement durable. Adresse : <https://www.canada.ca/fr/emploi-developpement-social/programmes/programme-2030.html> (consulté en septembre 2022).
- GC – Gouvernement du Canada, 2022d. Communiqué de Presse conjoint : La 7^e réunion du Comité mixte de coopération scientifique et technologique Inde-Canada. Adresse : https://www.international.gc.ca/country_news-pays_nouvelles/2022-05-20-india-inde.aspx?lang=fra (consulté en juillet 2023).
- GC – Gouvernement du Canada, 2022e. *Stratégie canadienne sur les minéraux critiques*, Ottawa, ON, GC.
- GC – Gouvernement du Canada, 2022f. *La Stratégie du Canada pour l'Indo-Pacifique*, Ottawa, ON, GC.
- GC – Gouvernement du Canada, 2022g. Concours de 2022 du Programme des chaires d'excellence en recherche du Canada. Adresse : <https://www.cerc.gc.ca/programme/cpan-pccs-fra.aspx> (consulté en juillet 2023).
- GC – Gouvernement du Canada, 2022h. Politique sur les crédits d'impôt à l'investissement pour la RS&DE. Adresse : <https://www.canada.ca/fr/agence-revenu/services/recherche-scientifique-developpement-experimental-programme-encouragements-fiscaux/politique-credits-impot-a-investissement.html> (consulté en avril 2023).

- GC – Gouvernement du Canada, 2022i. *Loi sur les mesures économiques spéciales, L.C. 1992, ch. 17*, Ottawa, ON, GC.
- GC – Gouvernement du Canada, 2022j. *Stratégie quantique nationale du Canada*, Ottawa, ON, Innovation, Sciences et Développement économique Canada.
- GC – Gouvernement du Canada, 2022k. Science ouverte - rendre la science accessible à tous les Canadiens. Adresse : <https://science.gc.ca/site/science/fr/science-ouverte> (consulté en août 2022).
- GC – Gouvernement du Canada, 2023a. Déclaration des ministres Champagne, Duclos et Mendicino sur la protection de la recherche canadienne. Adresse : <https://www.canada.ca/fr/innovation-sciences-developpement-economique/nouvelles/2023/02/declaration-des-ministres-champagne-duclos-et-mendicino-sur-la-protection-de-la-recherche-canadienne.html> (consulté en février 2023).
- GC – Gouvernement du Canada, 2023b. Comité de coordination de la recherche au Canada. Adresse : <https://www.canada.ca/fr/comite-coordination-recherche.html> (consulté en juillet 2023).
- GC – Gouvernement du Canada, 2023c. *Budget 2023: Le leadership du Canada dans le monde*, Ottawa, ON, GC.
- GC – Gouvernement du Canada, 2023d. Le Canada et la Coopération économique Asie-Pacifique (APEC). Adresse : https://www.international.gc.ca/world-monde/international_relations-relations_internationales/apec/index.aspx?lang=fra (consulté en octobre 2023).
- GC – Gouvernement du Canada, 2023e. Lignes directrices. Adresse : <https://ised-isde.canada.ca/site/loi-investissement-canada/fr/loi-sur-investissement-canada/lignes-directrices> (consulté en juin 2023).
- GC – Gouvernement du Canada, 2023f. Accords sur le commerce et l'investissement. Adresse : <https://www.international.gc.ca/trade-commerce/trade-agreements-accords-commerciaux/agr-acc/index.aspx?lang=fra> (consulté en mars 2023).
- GC – Gouvernement du Canada, 2023g. Liste des marchandises d'importation contrôlée, C.R.C., ch. 604. Adresse : https://laws-lois.justice.gc.ca/fra/reglements/C.R.C.%2C_ch._604/page-1.html (consulté en janvier 2023).
- GC – Gouvernement du Canada, 2023h. Déclaration conjointe du premier ministre Trudeau et du président Biden. Adresse : <https://www.pm.gc.ca/fr/nouvelles/declarations/2023/03/24/declaration-conjointe-du-premier-ministre-trudeau-et-du-president> (consulté en avril 2023).
- GC – Gouvernement du Canada, 2023i. Faire preuve de diligence raisonnable en utilisant des renseignements de sources ouvertes afin de protéger les partenariats de recherche. Adresse: <https://science.gc.ca/site/science/fr/protegez-votre-recherche/lignes-directrices-outils-pour-mise-oeuvre-securite-recherche/faire-preuve-diligence-raisonnable-utilisant-renseignements-sources-ouvertes/faire-preuve-diligence-raisonnable-utilisant-renseignements-sources-ouvertes> (consulté en avril 2023).

- GC – Gouvernement du Canada, 2023j. Loi sur les mesures économiques spéciales. Adresse : <https://laws-lois.justice.gc.ca/fra/lois/s-14.5/> (consulté en décembre 2023).
- GC – Gouvernement du Canada, 2024. Politique sur la recherche en technologies sensibles et sur les affiliations préoccupantes. Adresse : <https://science.gc.ca/site/science/fr/protegez-votre-recherche/lignes-directrices-outils-pour-mise-oeuvre-securite-recherche/politique-recherche-technologies-sensibles-affiliations-preoccupantes> (consulté en janvier 2024).
- Gebhardt, A., 2019. Sustainable Competitiveness: The Model, Results, and Potential Applications. Adresse : <https://mahb.stanford.edu/blog/sustainable-competitiveness-model-results-potential-applications/> (consulté en février 2023).
- Gera, S., 2017. *Canada's R&D Performance: Are We Missing the Boat?* Ottawa, ON, Université Carleton.
- Gera, S., s.d. *The Economic Impact of International Students: Evidence from Canada and Selected OECD Economies*. Ottawa, ON, Canada-India Centre for Excellence, Université Carleton.
- Gergen, K., 2014. « Pursuing excellence in qualitative inquiry », *Qualitative Psychology*, vol. 11, n°1, p. 49-60.
- Gerow, A., Y. Hu, J. Boyd-Graber, D. Bleiet J. Evans, 2018. « Measuring discursive influence across scholarship », *PNAS*, vol. 115, n°13, p. 3308-3313.
- Geum, Y., S. Lee, B. Yoon, et Y. Park, 2013. « Identifying and evaluating strategic partners for collaborative R&D: Index-based approach using patents and publications », *Technovation*, vol. 33, n°6, p. 211-224.
- Ghent, J. M., 1979. *Canadian Government Participation in International Science and Technology*. Ottawa, ON, Conseil des sciences du Canada.
- GIEC – Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, 2022. L'histoire du GIEC. Adresse : <https://www.ipcc.ch/languages-2/francais/> (consulté en mars 2022).
- Gingras, Y., 2022. « Quebec: The National Research and Innovation System », dans P. Phillips & D. Castle (réd.), *Ideas, Innovation, and Interests: The Drivers of Canadian Provincial Science, Technology, and Innovation Policy*. Toronto, ON, University of Toronto Press.
- Girma, S., H. Görg et A. Hanley, 2008. « R&D and exporting: A comparison of British and Irish firms », *Review of World Economics*, vol. 144, p. 750-773.
- GITA – Global Innovation & Technology Alliance, 2018a. India-Canada Collaborative Industrial Research & Development Programme 2020. Adresse : <https://gita.org.in/Aboutus.aspx> (consulté en avril 2022).
- GITA – Global Innovation & Technology Alliance, 2018b. About Us. Adresse : <https://gita.org.in/Aboutus.aspx> (consulté en avril 2022).
- Gleim, S. W., R. S. Gray et S. J. Smyth, 2021. « Forensics at the port: Can diagnostic testing benefit trade? », *Sustainability*, vol. 13, n°1, p. 106.
- Global Advantage Consulting Group, 2023. *GACG RDI Updated Select Slides 24-02-2023*, Ottawa, ON, Global Advantage Consulting Group.

- GLOBSEC, 2021. *GLOBSEC Vulnerability Index 2021: Extended Methodology*. Bratislava, République slovaque, GLOBSEC.
- Gold, R., S. Abraham, A. Gualtieri, et I.M. Gillespie, I. M., 2015. Innovating a Canadian Innovation Ecosystem. Adresse : <https://policyoptions.irpp.org/fr/magazines/echec-a-la-pollution/gold-et-al/> (consulté en avril 2022).
- González-Benito, Ó., P.A. Muñoz-Gallego, et E. García-Zamora, 2015. « Entrepreneurship and market orientation as determinants of innovation: The role of business size », *International Journal of Innovation Management*, vol. 19, n°4, p. 1550035.
- Gopal, A., 2014. « Canada's immigration policies to attract international students », *International Higher Education*, vol. 75, p. 19-21.
- Görg, H. et M.-E. Spaliara, M.-E., 2014. « Financial health, exports and firm survival: Evidence from UK and French firms », *Economica*, vol. 81, n°323, p. 419-444.
- Gouv. de l'AB – Gouvernement de l'Alberta, 2022. *Budget 2022: Fiscal Plan Moving Forward*, Edmonton, AB, Gouv. de l'AB.
- Gouv. de l'AB – Gouvernement de l'Alberta, 2023a. Office of the Chief Scientist. Adresse : <https://www.alberta.ca/office-of-the-chief-scientist.aspx> (consulté en avril 2022).
- Gouv. de l'AB – Gouvernement de l'Alberta, 2023b. Bovine Spongiform Encephalopathy – Overview. Adresse : <https://www.alberta.ca/bovine-spongiform-encephalopathy-bse-overview.aspx#:~:text=BSE%20in%20Canada,Canada,months%20of%20the%20infected%20animal> (consulté en juin 2022).
- Gouv. de l'ON – Gouvernement de l'Ontario, 2021. L'Ontario soutient la science, la technologie et l'innovation de pointe. Adresse : <https://news.ontario.ca/fr/release/1001146/lontario-soutient-la-science-la-technologie-et-linnovation-de-pointe> (consulté en novembre 2022).
- Gouv. de la C-B – Gouvernement de la Colombie-Britannique, 2023a. Softwood Lumber Trade Dispute. Adresse : <https://www2.gov.bc.ca/gov/content/industry/forestry/competitive-forest-industry/softwood-lumber-trade-with-the-u-s> (consulté en juillet 2023).
- Gouv. de la C-B – Gouvernement de la Colombie-Britannique, 2023b. *Life Sciences and Biomanufacturing Strategy*, Victoria, C-B, Gouv. de la C-B.
- Gouv. de la Corée du Sud – Gouvernement de la Corée du Sud, 2022. Korea to Announce National Strategy to Become a Technology Hegemon. Adresse : <https://www.msit.go.kr/eng/bbs/view.do?sCode=eng&mid=4&mPid=2&pageIndex=&bbsSeqNo=42&nttSeqNo=746&searchOpt=ALL&searchTxt=> (consulté en avril 2023).
- Gouv. de la SK – Gouvernement de la Saskatchewan, 2022. SRC Signs Memorandum of Understanding with KOMIR on Critical Minerals. Adresse : <https://www.saskatchewan.ca/government/news-and-media/2022/june/15/src-signs-memorandum-of-understanding-with-komir-on-critical-minerals> (consulté en juin 2022).

- Gouv. des États-Unis – Gouvernement fédéral des États-Unis, 2021. The Governments of the United States and Canada Announce New Greening Government Initiative. Adresse : <https://www.whitehouse.gov/ceq/news-updates/2021/04/22/the-governments-of-the-united-states-and-canada-announce-new-greening-government-initiative/> (consulté en juin 2023).
- Gouv. du QC – Gouvernement du Québec, 2022. *Utiliser Notre Ingéniosité Pour Faire Évoluer La Santé*, Québec, QC, Gouv. du QC.
- Gouv. du QC – Gouvernement du Québec, 2023. Scientifique en chef du Québec. Adresse : <https://www.scientifique-en-chef.gouv.qc.ca/> (consulté en juillet 2023).
- Gouv. du Royaume-Uni – Gouvernement du Royaume-Uni, 2022. Guidance on Assessing Performance and Value of Public Sector Research Establishments. Adresse : <https://www.gov.uk/government/publications/public-sector-research-establishment-value-framework/guidance-on-assessing-performance-and-value-of-public-sector-research-establishments> (consulté en février 2023).
- Gouvernement finlandais, s.d.-a. EU-Wide Foresight Network. Adresse : <https://vnk.fi/en/foresight/eu-wide-foresight-network> (consulté en février 2023).
- Gouvernement finlandais, s.d.-b. National Foresight Network. Adresse : <https://vnk.fi/en/foresight/national-foresight-network> (consulté en février 2023).
- Gouvernement finlandais, s.d.-c. Foresight Activities and Work on the Future. Adresse : <https://vnk.fi/en/foresight> (consulté en février 2023).
- Grand View Research, 2022. Testing, Inspection, and Certification Market Size, Share & Trends Analysis Report, by Service Type (Testing, Inspection, Certification), by Sourcing Type, by Application, by Region, and Segment Forecasts, 2023–2030. Adresse : <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/testing-inspection-certification-market> (consulté en mars 2021).
- Gray, B. et J. Purdy, 2018. *Collaborating for Our Future: Multistakeholder Partnerships for Solving Complex Problems*, Oxford, Royaume-Uni, Oxford University Press.
- GRC – Global Research Council, 2023. Global Research Council. Adresse : <https://globalresearchcouncil.org/about/global-research-council/> (consulté en octobre 2023).
- Gregory, R., L. Failing, M. Harstone, G. Long, T. McDaniels et D. Ohlson, 2012. *Structured Decision Making: A Practical Guide to Environmental Management Choices*. Oxford, Royaume-Uni, Wiley-Blackwell.
- Groupe de travail sur la recherche et les politiques pour le développement international, 1996. *En prise sur le monde : Priorités de l'internationalisme canadien au XXI^e siècle*, Ottawa, ON, Centre de recherche pour le développement international.
- Groupe de travail sur la sécurité nationale de l'ÉSAPI – Groupe de travail sur la sécurité nationale, École supérieure d'affaires publiques et internationales, 2022. Une stratégie de sécurité nationale pour les années 2020, Ottawa, ON, Université d'Ottawa.
- Gu, K. et A. Stoyanov, 2019. « Skills, population aging, and the pattern of international trade », *Review of International Economics*, vol. 27, n°2, p. 499–519.

- Gui, Q., C. Liu, et D. Du, 2019. « Globalization of science and international scientific collaboration: A network perspective », *Geoforum*, vol. 105, p. 1-12.
- Guilhoto, J. M., C. Webb et N. Yamano, 2022. *Guide to OECD TiVA Indicators, 2021 edition*. Paris, France: Organisation de coopération et de développement économiques.
- Gulbrandsen, J., 2000. *Research Quality and Organisational Factors: An Investigation of the Relationship (Doctoral Thesis)*, Trondheim, Norvège, Norwegian University of Science and Technology.
- Gunn, W., 2013. « Social signals reflect academic impact: What it means when a scholar adds a paper to Mendeley », *Information Standards Quarterly*, vol. 25, n°2, p. 33-39.
- Guo, H., L. Huang et D. Liang, 2022a. « Further promotion of sustainable development goals using science, technology, and innovation », *The Innovation*, vol. 3, n°6, p. 100325.
- Guo, R., L. Ning et K. Chen, 2022b. « How do human capital and R&D structure facilitate FDI knowledge spillovers to local firm innovation? A panel threshold approach », *The Journal of Technology Transfer*, vol. 47, n°6, p. 1921-1947.
- GYA – Global Young Academy, 2023. About. Adresse : <https://globallyoungacademy.net/> (consulté en juillet 2023).
- Haag, F., A., Aubert, et J. Lienert, 2022. « ValueDecisions, a web app to support decisions with conflicting objectives, multiple stakeholders, and uncertainty », *Environmental Modelling and Software*, vol. 150, p. 150.
- Hale, T., 2008. « Transparency, accountability, and global governance », *Global Governance*, vol. 14, n°1, p. 73-94.
- Hall, B. H. et A. B. Jaffe, 2018. « Measuring science, technology, and innovation: A review », *Annals of Science and Technology Policy*, vol. 2, n°1, p. 1-74.
- Hallstedt, S., H. Ny, K.-H. Robèrt et G. Broman, 2010. « An approach to assessing sustainability integration in strategic decision systems for product development », *Journal of Cleaner Production*, vol. 18, n°8, p. 703-712.
- Halton, C., 2022. Trade in Value Added (TiVA). Adresse : <https://www.investopedia.com/terms/t/trade-value-added-tiva.asp> (consulté en janvier 2023).
- Hansen, P. et N. Devlin, 2019. Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) in Healthcare Decision-Making. Adresse : <https://oxfordre.com/economics/view/10.1093/acrefore/9780190625979.001.0001/acrefore-9780190625979-e-98> (consulté en juillet 2023).
- Harmon, D. et J. Loh, 2010. « The index of linguistic diversity: A new quantitative measure of trends in the status of the world's languages », *Language Documentation & Conservation*, vol. 4, p. 97-151.
- Harper, J., 2013. *Impact of Technology Foresight (Nesta Working Paper 13/16)*. Londres, Royaume-Uni, Nesta.
- HBR – Harvard Business Review, 2013. Innovation Risk: How to Make Smarter Decisions. Adresse : <https://hbr.org/2013/04/innovation-risk-how-to-make-smarter-decisions> (consulté en juin 2023).

- Henshaw, A., 2010. « Partnerships in Policy: What Lessons Can We Learn From IPY SIKU? », dans I. Krupnik, C. Apora, S. Gearheard, G. Laidler & L. Holm (réds.), SIKU: Knowing Our Ice. Berlin, Allemagne: Springer Dordrecht.
- Hickel, J., 2020. The World's Sustainable Development Goals Aren't Sustainable. Adresse : <https://foreignpolicy.com/2020/09/30/the-worlds-sustainable-development-goals-arent-sustainable/> (consulté en juin 2023).
- Hicks, D., P. Wouters, L. Waltman, S. de Rijcke et I. Rafols, 2015. « The Leiden Manifesto for research metrics », *Nature*, vol. 520, p. 429-432.
- Hitachi, L., 2011. Saskatchewan and Hitachi Sign R&D Agreement on Nuclear Medicine Technology. Adresse : <https://www.hitachi.ca/about/press/details/08252011.html> (consulté en juin 2022).
- Hittmar, S., M. Varmus, M., et V. Lendel, 2015. « Proposal of evaluation system for successful application of innovation strategy through a set of indicators », *Procedia Economics and Finance*, vol. 26, p.17-22.
- Hoffman, J. T. et S. Kennedy, 2007. International cooperation to defend the food supply chain: Nations are talking; next step-action. *Vanderbilt Journal of Transnational Law*, vol. 40, p.1171.
- Honeywell, 2022. Environmental Sustainability Index. Adresse : <https://www.honeywell.com/us/en/company/sustainability/environmental-sustainability-index> (consulté en février 2022).
- Horizons de politiques Canada, s.d.-a. Notre travail. Adresse : <https://horizons.gc.ca/fr/notre-travail/> (consulté en février 2023).
- Horizons de politiques Canada, s.d.-b. À propos de nous. Adresse : <https://horizons.gc.ca/fr/a-propos-de-nous/> (consulté en février 2023).
- Horwitz, J. et K. Wang, 2021. Amendments to Canada's Export Control List Take Effect July 23, 2021. Adresse : <https://www.bennettjones.com/Blogs-Section/Amendments-to-Canadas-Export-Control-List-Take-Effect-July-23-2021> (consulté en février 2022).
- Howaldt, J., D. Domanskiet C. Kaletka, 2016. « Social innovation: Towards a new innovation paradigm », *RAM, Revista de Administração Mackenzie (Mackenzie Management Review)*, vol. 17, n°6, p. 20-44.
- Hrynaszkiewicz, I., 2022. « PLOS Open Science Indicators principles and definitions », *Figshare, préprint*(décembre 12), doi:10.6084/m6089.figshare.21640889.v21640881.
- Huang, G.-Q et F.-S.Tsai, 2021. Social innovation for food security and tourism poverty alleviation: Some examples from China. *Frontiers in Psychology*, 12, 614469.
- Hudson, R. L., 2020. Canada Launches C\$50M Fund for R&D Collaboration With EU. Adresse : <https://sciencebusiness.net/international-news/canada-launches-c50m-fund-rd-collaboration-eu> (consulté en juillet 2023).
- Hudson, R. L. , 2022. Researchers Ask: Can Canada Keep up in the Race for R&D Leadership? Adresse : <https://sciencebusiness.net/news/researchers-ask-can-canada-keep-race-rd-leadership> (consulté en novembre 2022).

- Hughes, K. A., M. Santos, J. A. Caccavo, S.M. Chignell, N.B.Gardiner, N. Gilbert, . . . A. Terauds, 2022. « Ant-ICON - 'Integrated Science to Inform Antarctic and Southern Ocean Conservation': A new SCAR Scientific Research Programme », *Antarctic Science*, vol. 34, n°6, p. 446-455.
- Hui, A., 2016. What's Really Behind China's Decision to Restrict Canola: Science or Politics? Adresse : <https://www.theglobeandmail.com/news/national/whats-really-behind-chinas-decision-to-restrict-canola-science-or-politics/article31625635/> (consulté en janvier 2022).
- Hyatt, D. G. et N. Berente, 2017. « Substantive or symbolic environmental strategies? Effects of external and internal normative stakeholder pressures », *Business Strategy and the Environment*, vol. 26, n°8, p. 1212-1234.
- ICAI – Independent Commission for Aid Impact, 2019. *The Newton Fund: A Performance Review*, Londres, Royaume-Uni, ICAI.
- ICAI – Independent Commission for Aid Impact, s.d.-a. *The Newton Fund*. Adresse : <https://icai.independent.gov.uk/review/newton-fund/> (consulté en mars 2023).
- ICAI – Independent Commission for Aid Impact, s.d.-b. *About Us*. Adresse : <https://icai.independent.gov.uk/about-us/> (consulté en mai 2023).
- IDB – Inter-American Development Bank, 2020. *MDB Infrastructure Cooperation Platform: A Common Set of Aligned Sustainable Infrastructure Indicators (SII)*, Washington, D.C., IDB.
- IEC – Innovation Economy Council, 2020. *The Post-Viral Pivot: How Canada's Tech Startups Can Drive the Recovery From COVID-19*, Toronto, ON, IEC.
- IEP – Institute for Economics & Peace, 2023. *Global Peace Index 2023*, Sydney, Australie, IEP.
- IMI – International Migration Institute, 2023. *Database on Immigrants in OECD and non-OECD Countries*. Adresse : www.migrationinstitute.org/completed-projects/dioc-e (consulté en février 2023).
- Industrie Canada, 2003. *Federal Science and Technology: The Pursuit of Excellence*, Ottawa, ON, Industrie Canada.
- INGSAs – International Network for Governmental Science Advice, 2023. *International Network for Governmental Science Advice*. Adresse : <https://ingsa.org/> (consulté en juillet 2023).
- Investir au Canada, 2022. *Encouragements fiscaux pour la recherche scientifique et le développement expérimental*. Adresse : <https://www.canada.ca/fr/agence-revenu/services/recherche-scientifique-developpement-experimental-programme-encouragements-fiscaux.html> (consulté en avril 2023).
- IRSC – Instituts de recherche en santé du Canada, 2021. *Santé mondiale 3.0 : Cadre d'action pour la recherche en santé mondiale des IRSC 2021-2026*. Adresse : <https://cihr-irsc.gc.ca/e/52503.html> (consulté en juillet 2023).
- IRIS Group, 2020. *Evaluation of Switzerland's Bilateral Cooperation Programmes in Science and Technology*, Copenhagen, Danemark, IRIS Group.

- ISDE – Innovation, Sciences et Développement économique Canada, 2021a. About Canada's Innovation Superclusters Initiative. Adresse : <https://ised-isde.canada.ca/site/innovation-superclusters-initiative/en/about-canadas-innovation-superclusters-initiative> (consulté en avril 2022).
- ISDE – Innovation, Sciences et Développement économique Canada, 2021b. À propos des Grappes d'innovation mondiales du Canada. Adresse : <https://ised-isde.canada.ca/site/global-innovation-clusters/en/about-canadas-innovation-clusters-initiative> (consulté en août 2023).
- ISDE – Innovation, Sciences et Développement économique Canada, 2022. Grappes d'innovation mondiales. Adresse : <https://ised-isde.canada.ca/site/grappes-dinnovation-mondiales/fr> (consulté en juin 2023).
- ISDE – Innovation, Sciences et Développement économique Canada, 2023a. Fonds stratégique pour l'innovation. Adresse : <https://ised-isde.canada.ca/site/fonds-strategique-innovation/fr> (consulté en juillet 2023).
- ISDE – Innovation, Sciences et Développement économique Canada, 2023b. Le gouvernement du Canada lance la Stratégie quantique nationale pour créer des emplois et faire progresser les technologies quantiques. Adresse : <https://www.canada.ca/fr/innovation-sciences-developpement-economique/nouvelles/2023/01/le-gouvernement-du-canada-lance-la-strategie-quantique-nationale-pour-creer-des-emplois-et-faire-progresser-les-technologies-quantiques.html> (consulté en février 2023).
- ISU – UNESCO L'Institut de statistique, 2022. Propos-de-l'ISU. Adresse : <https://uis.unesco.org/fr/propos-de-lisu> (consulté en mars 2022).
- ITK – Inuit Tapiriit Kanatami, 2018. *National Inuit Strategy on Research*, Ottawa, ON, ITK.
- Iwaro, J., A. Mwashia, R. G. Williams, et R. Zico, 2014. « An Integrated Criteria Weighting Framework for the sustainable performance assessment and design of building envelope », *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 29, p. 417-434.
- Janz, N., H. Lööf, et B. Peters, F, 2004. « Firm level innovation and productivity: Is there a common story? », *Problems & Perspectives in Management*, vol. 2, p. 184-204.
- Jefferson, G. H., B. Huamao, G. Xiaojing, et Y. Xiaoyun, 2006. « R&D performance in Chinese industry », *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 15, n°4-5, p. 345-366.
- JICA – Japan International Cooperation Agency, 2021. *JICA's Project Evaluations*, Tokyo, Japon, JICA.
- Johnson, J., J. Adams, J. Grant, et D. Murphy, 2022. *Stumbling Bear, Soaring Dragon: Russia, China and the Geopolitics of Global Science*, Londres, Royaume-Uni et Cambridge, MA, King's College London et Harvard Kennedy School.
- Johnston, D., 2012. *His Excellency the Right Honourable David Johnston Speech on the Occasion of the American Association for the Advancement of Science President's Reception on Thursday, February 16, 2012*, Vancouver, C-B, American Association for the Advancement of Science.
- Joske, A., 2018. *Picking Flowers, Making Honey: The Chinese Military's Collaboration with Foreign Universities*, Canberra, Australie, Australian Strategic Policy Institute.

- JST – Japan Science and Technology Agency, 2021. *Mobilizing Science, Technology, and Innovation for SDGs*, Tokyo, Japon, JST.
- Kang, H., 2021. « CO2 emissions embodied in international trade and economic growth: Empirical evidence for OECD and non-OECD countries », *Sustainability*, vol. 13, n°21, p. 12114.
- Kennicutt, M. C., S. L. Chown, J. J. Cassano, D. Liggett, L. S. Peck, R. Massom, ... W. J. Sutherland, 2015. « A roadmap for Antarctic and Southern Ocean science for the next two decades and beyond », *Antarctic Science*, vol. 27, n°1, p. 3-18.
- Keohane, R. O., 1986. « Reciprocity in international relations », *International Organization*, vol. 40, n°1, p. 1-27.
- Kijkasiwat, P. et P. Phuensane, 2020. « Innovation and firm performance: The moderating and mediating roles of firm size and small and medium enterprise finance », *Journal of Risk and Financial Management*, vol. 13, n°5, p. 97.
- Kim, S.-K., 2014. « Explicit design of innovation performance metrics by using analytic hierarchy process expansion », *International Journal of Mathematics and Mathematical Sciences*, vol. 2014, p. 125950.
- Kinder, J. S. et P. Dufour, 2018. *A Lantern on the Bow: A History of the Science Council of Canada and Its Contribution to the Science and Innovation Policy Debate*, Ottawa, ON, University of Ottawa Press.
- KISTEP – Korea Institute of S&T Evaluation and Planning, 2020. Main Functions. Adresse : <https://www.kistep.re.kr/menu.es?mid=a20205000000> (consulté en mars 2023).
- KISTEP – Korea Institute of S&T Evaluation and Planning, 2021a. *KISTEP R&D and Beyond 2021*, Séoul, Corée du Sud, KISTEP.
- KISTEP – Korea Institute of S&T Evaluation and Planning, 2021b. *2021 KISTEP Annual Report*, Séoul, Corée du Sud, KISTEP.
- KISTEP – Korea Institute of S&T Evaluation and Planning, 2021c. *The 6th Science and Technology Foresight (2021-2045)*, Séoul, Corée du Sud, KISTEP.
- KISTEP – Korea Institute of S&T Evaluation and Planning, 2022. *100 Main Science & Technology Indicators of Korea 2022-September*, Séoul, Corée du Sud, KISTEP.
- Knight, J., 2019. *Knowledge Diplomacy in Action*, Londres, Royaume-Uni, British Council.
- Kosack, S. et A. Fung, 2014. « Does transparency improve governance? », *Annual Review of Political Science*, vol. 17, p. 65-87.
- Kovach, M., 2021. *Indigenous Methodologies: Characteristics, Conversations, and Contexts*. Toronto, ON, University of Toronto Press.
- Kowalski, P., 2011. *Comparative Advantage and Trade Performance: Policy Implications (OECD Trade Policy Papers No.121)*, Paris, France, L'Organisation de coopération et de développement économiques.
- Krieger, J., M. Schnitzer, et M. Watzinger, 2022. *Standing on the Shoulders of Science (Working Paper 21-128)*, Boston, MA, Harvard Business School.

- Kumar, R., 2017. Critics of the Sustainable Development Goals Were Wrong. Here's Why. Adresse : <https://www.weforum.org/agenda/2017/01/turns-out-sdg-critics-were-wrong/> (consulté en juin 2023).
- Kurth, M., S. Larkin, J. Keisler, et I. Linkov, 2017. « Trends and applications of multi-criteria decision analysis: Use in government agencies », *Environment Systems and Decisions*, vol. 37, p. 134-143.
- La Presse Canadienne, 2022. What Is 5G, and Why Is Canada Banning Huawei from its Telecom Networks? Adresse : <https://www.cbc.ca/news/business/huawei-5g-explainer-1.6461391> (consulté en mars 2023).
- La Presse Canadienne, 2023. Victoriaville Nominates First Chief Scientific Adviser. Adresse : <https://montrealgazette.com/news/victoriaville-nominates-first-chief-scientific-advisor> (consulté en avril 2023).
- Lafrance, A., 2013. *La taille des entreprises et le compromis entre le risque et le rendement*, Ottawa, ON, Statistique Canada.
- Lam, L., P. Nguyen, N. Le, et K. Tran, 2021. « The relation among organizational culture, knowledge management, and innovation capability: Its implication for open innovation », *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, vol. 7, p. 66.
- Lamont, M., 2009. *How Professors Think: Inside the Curious World of Academic Judgment*. Cambridge, MA, Harvard University Press.
- Lander, E. et F.-P. Champagne, 2021. Joint Statement to Leaders from the United States' Director of the White House Office of Science & Technology Policy and Canada's Minister of Innovation, Science and Industry. Adresse : <https://www.whitehouse.gov/ostp/news-updates/2021/11/18/joint-statement-to-leaders-from-the-united-states-director-of-the-white-house-office-of-science-technology-policy-and-canadas-minister-of-innovation-science-and-industry-2/> (consulté en avril 2022).
- Lane, J. et N. Jeanrenaud, 2018. *The Empirical Framework for the Evaluation of Research Funding*, New York, NY, HELIOS workshop.
- Larivière, V., 2007. « L'internationalisation de la recherche scientifique québécoise : comparaisons nationales, disciplinaires et effets de sexe, 1980-2005 », dans Institut de la statistique du Québec (réd.), *Compendium d'indicateurs de l'activité scientifique et technologique au Québec, Édition 2007: L'internationalisation de la science et de la technologie*, Québec, QC, Institut de la statistique du Québec.
- Larivière, V., 2018. « Le français, langue seconde? De l'évolution des lieux et langues de publication des chercheurs au Québec, en France et en Allemagne », *Les revues savantes en science sociales et humanités*, vol. 59, n°3, p. 339-363.
- Leckert, M., 2021. « (E-)Valuative metrics as a contested field: A comparative analysis of Altmetrics- and the Leiden Manifesto », *Scientometrics*, vol. 126, p. 9869-9903.
- Leijten, J., 2017. « Exploring the future of innovation diplomacy », *European Journal of Futures Research*, vol. 5, p. 20.

- Lerner, J., 2012. Collaboration in Intellectual Property: An Overview. Adresse : https://www.wipo.int/wipo_magazine/en/2012/06/article_0008.html (consulté en avril 2022).
- Lester, D. H., 1998. « Critical success factors for new product development », *Research-Technology Management*, vol. 41, n°1, p. 36-43.
- Li-Ying, J., W. Sofka, et P. Tuertscher, 2022. « Managing Innovation Ecosystems Around Big Science Organizations », *Technovation*, vol. 116, p. 102523.
- Li, G., H. Fan, P. K. Lee, et T. Cheng, 2015. « Joint supply chain risk management: An agency and collaboration perspective », *International Journal of Production Economics*, vol. 164, p. 83-94.
- Lileeva, A. et D. Trefler, 2010. « Improved access to foreign markets raises plant-level productivity ... for some plants », *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 125, n°3, p. 1051-1099.
- Lilly, M., 2021. « Stumbling or Striving? Canada's Pursuit of Reciprocity in Negotiating Temporary Entry in Trade Agreements », dans Hale, G. et G. Anderson (réd.), *Canada's Fluid Borders: Trade, Investment, Travel, Migration*, Ottawa, ON, University of Ottawa Press.
- Lindhult, E., 2019. « Scientific excellence in participatory and action research: Part I. Rethinking research quality », *Technology Innovation Management Review*, vol. 9, n°5, p. 6-21.
- Linkov, I., B. D. Trump, et W. Hynes, 2019. *Resilience-Based Strategies and Policies to Address Systemic Risks*, Paris, France, Organisation de coopération et de développement économiques.
- Liu, Y.-H. S., S. Deligonul, E. Cavusgil, et J.-S. Chiou, 2018. « Always trust in old friends? Effects of reciprocity in bilateral asset specificity on trust in international B2B partnerships », *Journal of Business Research*, vol. 90, p. 171-185.
- Lowcay, B., E. McIntyre, M. Hale, et A. Ward, 2004. « Peer reviewed publication rates. An indication of research output », *Australian Family Physician*, vol. 33, n°4, p. 284-286.
- Lowenthal, M. D., 2011. *Science Diplomacy for Nuclear Security (Special Report 288)*, Washington, D.C., United States Institute of Peace.
- Lowey, M., 2021. Strategic Innovation Fund Producing “Significant Benefits” for Canadians, ISED Says. Adresse : <https://researchmoneyinc.com/article/strategic-innovation-fund-producing-significant-benefits-for-canadians-ised-says> (consulté en juillet 2023).
- Mankins, J. C., 1995. *Technology Readiness Levels*, Washington, D.C., National Aeronautics and Space Administration.
- Mara, D., S. Nate, A. Stavvytskyy, et G. Kharlamova, 2022. « The place of energy security in the national security framework: An assessment approach », *Energies*, vol. 15, p. 658.
- Marina, T. et I. Sterligov, 2021. « Prevalence of potentially predatory publishing in Scopus on the country level », *Scientometrics*, vol. 126, p. 5019-5077.
- Marsh, K., P. Thokala, S. Youngkong, et K. Chalkidou, 2018. « Incorporating MCDA into HTA: Challenges and potential solutions, with a focus on lower income settings », *Cost Effectiveness and Resource Allocation*, vol. 16, n°1, p. 43.

- Martinez, A., C. Epstein, et A. Parsad, 2015. *Evaluation of the National Science Foundation's Partnerships for International Research and Education (PIRE) Program*, Cambridge, MA, Abt Associates.
- Martins, T., A. Braga, M. R. Ferreira, et V. Braga, 2022. « Diving into social innovation: A bibliometric analysis », *Administrative Sciences*, vol. 12, n°2, p. 56
- Marx, M. et A. Fuegi, 2020. *Reliance on Science by Inventors: Hybrid Extraction of In-Text Patent-To-Article Citations (Working Paper 27987)*, Cambridge, MA, National Bureau of Economic Research.
- Masters, J., J. McBride, et N. Berman, 2023. What Happens When Foreign Investment Becomes a Security Risk? Adresse : <https://www.cfr.org/backgrounder/what-happens-when-foreign-investment-becomes-security-risk> (consulté en avril 2023).
- Matusiak, M., K. C. Stancova, M. Dosso, C. Daniels, et M. Miedziński, 2020. *Science, Technology and Innovation (STI) for Sustainable Development Goals Roadmaps*, New York, NY, Division for Sustainable Development Goals.
- Mayer, K., 2020. « Open Science Diplomacy », dans Young, M., T. Flink et E. Dall (éd.), *Science Diplomacy in the Making: Case-Based Insights from the S4D4C Project*, Vienne, Autriche, S4D4C.
- McCuaig-Johnston, M., 2019. « Canada-China science and technology relations: An 80-year history of collaboration », *Innovation and Development Policy*, vol. 1, p. 39-72.
- McDonagh, N., 2023. "Friend-Shoring": From Rhetoric to Reality and Options for Australia. Adresse : <https://www.internationalaffairs.org.au/australianoutlook/friend-shoring-from-rhetoric-to-reality-and-options-for-australia/> (consulté en avril 2023).
- McLaren, C., 2022. What Is GDP and How Do We Measure It? Adresse : <https://blog.ons.gov.uk/2022/12/12/what-is-gdp-and-how-do-we-measure-it> (consulté en juin 2023).
- MDN – Défense nationale, 2022. La ministre de la Défense nationale annonce un plan sur la modernisation du NORAD. Adresse : <https://www.canada.ca/fr/ministere-defense-nationale/nouvelles/2022/06/la-ministre-de-la-defense-nationale-annonce-un-plan-sur-la-modernisation-du-norad.html> (consulté en mars 2023).
- MDN et FAC – Défense nationale et les forces armées canadiennes, 2021. *Open Science Action Plan*. Ottawa, ON, MDN et FAC.
- Meissner, D., 2012. « Results and impact of national Foresight-studies », *Futures*, vol. 44, p. 905-913.
- Meissner, D. et P. Rudnik, 2017. « Creating sustainable impact from Foresight on STI policy », *Foresight*, vol. 19, n°5, p. 457-472.
- Melitz, M. J. et S. J. Redding, 2021. *Trade and Innovation*, Cambridge, MA, National Bureau of Economic Research.
- Merton, R., 1973. *The Sociology of Science: Theoretical and Empirical Investigations*. Chicago, IL, The University of Chicago Press.

- Metiu, N., 2021. « Anticipation effects of protectionist U.S. trade policies », *Journal of International Economics*, vol. 133, p. 103536.
- Meyer, N., 2021. *The Impact Story of S4D4C*, Vienne, Autriche, S4D4C.
- Milkoreit, M., 2015. « Science and Climate Change Diplomacy: Cognitive Limits and the Need to Reinvent Science Communication », dans Davis, L. S. et R. G. Patman (réd.), *Science Diplomacy: New Day or False Dawn?*, Clementi, Singapour, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.
- Mindruta, D., 2013. « Value creation in university-firm research collaborations: A matching approach », *Strategic Management Journal*, vol. 34, n°6, p. 644-665.
- Ministère de la Sécurité et de la Justice des Pays-Bas, 2014. *Working with Scenarios, Risk Assessment and Capabilities*, la Haye, Pays Bas, Ministère de la Sécurité et de la Justice.
- Mongeon, P. et A. Paul-Hus, 2016. « The journal coverage of Web of Science and Scopus: A comparative analysis », *Scientometrics*, vol. 106, p. 213-228.
- Montalbano, P., S. Nenci, et D. Vurchio, 2022. « Energy efficiency and productivity: A worldwide firm-level analysis », *The Energy Journal*, vol. 43, n°5, doi: 10.5547/01956574.01956543.01956575.pmon.
- Montemayor, L. O., 2018. The Trouble with the UN SDGs 2030 Global Goals. Adresse : <https://lauraom.medium.com/the-trouble-with-the-un-sdgs-2030-global-goals-99111a176585> (consulté en juin 2023).
- Morgan, T., J. Reid, O. McMillan, T. Kingi, T. White, B. Young, ... S. Laurenson, 2021. « Towards best-practice inclusion of cultural indicators in decision making by Indigenous peoples », *AlterNative*, vol. 17, n°2, p. 202-214.
- Mowery, D. C., J. E. Oxley, et B. S. Silverman, 1998. « Technological overlap and interfirm cooperation: Implications for the resource-based view of the firm », *Research Policy*, vol. 27, n°5, p. 507-523.
- Moyer, J. D., T. Sweijts, M. J. Burrows, et H. Van Manen, 2018. *Power and Influence in a Globalized World*, Washington, D.C., Atlantic Council.
- Moyer, J. D., C. J. Meisel, A. S. Matthews, D. K. Bohl, et M. J. Burrows, 2021. *China-US Competition: Measuring Global Influence*, Denver, CO, Josef Korbel School of International Studies.
- Mudambi, R., 2008. « Location, control and innovation in knowledge-intensive industries », *Journal of Economic Geography*, vol. 8, n°5, p. 699-725.
- Müller, R., S. Pempel, et J. Shao, 2014. « Organizational enablers for governance and governmentality of projects: A literature review », *International Journal of Project Management*, vol. 32, n°8, p. 1309-1320.
- Mun, J., M. Shin, K. Lee, et M. Jung, 2009. « Manufacturing enterprise collaboration based on a goal-oriented fuzzy trust evaluation model in a virtual enterprise », *Computers & Industrial Engineering*, vol. 56, n°3, p. 888-901.

- Naik, N. et B. R. Mohan, 2019. *Optimal Feature Selection of Technical Indicator and Stock Prediction Using Machine Learning Technique*, communication présentée dans le cadre du Emerging Technologies in Computer Engineering: Microservices in Big Data Analytics: Second International Conference, ICETCE 2019, Jaipur, Inde.
- Nasdaq, 2023. Access the Companies Combating Cybercrime. Adresse : <https://www.nasdaq.com/solutions/cybersecurity-indexes> (consulté en février 2023).
- Nature, 2020. « Get the Sustainable Development Goals back on track », *Nature*, vol. 577, p. 7-8.
- NCSES – National Center for Science and Engineering Statistics, 2019. Foreign R&D Reported by IT-Related Industries Account for About Half or More of U.S.-Owned R&D Performed in India, China, Canada, and Israel. Adresse : <https://ncses.nsf.gov/pubs/nsf22328> (consulté en novembre 2022).
- Németh, B., A. Molnár, S. Bozóki, K. Wijaya, A. Inotai, J. D. Campbell, et Z. Kaló, 2019. « Comparison of weighting methods used in multicriteria decision analysis frameworks in healthcare with focus on low- and middle-income countries », *Journal of Comparative Effectiveness Research*, vol. 8, n°4, p. 195-204.
- NISTEP – National Institute of Science and Technology Policy, s.d.-a Activities. Adresse : https://www.nistep.go.jp/en/?page_id=13 (consulté en mai 2023).
- NISTEP – National Institute of Science and Technology Policy, s.d.-b. Science of Science, Technology and Innovation Policy. Adresse : https://www.nistep.go.jp/en/?page_id=46 (consulté en mars 2023).
- Niu, X. S., 2014. « International scientific collaboration between Australia and China: A mixed-methodology for investigating the social processes and its implications for national innovation systems », *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 85, p. 58-68.
- NORCAT, 2022. NORCAT and Partners Unite to Improve Safety, Productivity and Sustainability in the Global Mining Industry. Adresse : <https://www.norcat.org/NORCAT-and-partners-launch-mining-technology-innovation-challenge> (consulté en juin 2023).
- Noseleit, F. et P. de Faria, 2013. « Complementarities of internal R&D and alliances with different partner types », *Journal of Business Research*, vol. 66, n°10, p. 2000-2006.
- NWO – Dutch Research Council, 2022. *National Knowledge Security Guidelines*. Amsterdam, Pays-Bas: Gouvernement des Pays-Bas.
- Nye, J. S., 2004. *Soft Power: The Means to Success In World Politics*. New York, NY, Public Affairs.
- Nye, J. S., 2022. Whatever Happened to Soft Power? Adresse : <https://www.project-syndicate.org/commentary/whatever-happened-to-soft-power-by-joseph-s-nye-2022-01?barrier=accesspaylog> (consulté en avril 2023).
- O'Connor, G., 2019. Real Innovation Requires More than an R&D Budget. Adresse : <https://hbr.org/2019/12/real-innovation-requires-more-than-an-rd-budget> (consulté en novembre 2022).
- OAS – Organization of American States, 2023. Science and Technology. Adresse : https://www.oas.org/en/topics/science__technology.asp (consulté en octobre 2023).

- Odu, G., 2019. « Weighting methods for multi-criteria decision making technique », *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, vol. 23, n°8, p. 1449-1457.
- OCDE – Organisation de coopération et de développement économiques, 2006. *Successful Partnerships: A Guide*, Paris, France, OCDE LEED Forum for Partnerships and Local Governance.
- OCDE – Organisation de coopération et de développement économiques, 2008. *Attirer les talents: Les travailleurs hautement qualifiés au coeur de la concurrence internationale*, Paris, France, OCDE.
- OCDE – Organisation de coopération et de développement économiques, 2011. *Ouverture aux échanges*, Paris, France, OCDE.
- OCDE – Organisation de coopération et de développement économiques, 2015. *Manuel de Frascati 2015: Lignes directrices pour le recueil et la communication des données sur la recherche et le développement expérimental*, Paris, France, OCDE.
- OCDE – Organisation de coopération et de développement économiques, 2017. *Bilateral Trade Database by Industry and End-Use Category*, Paris, France, OCDE.
- OCDE – Organisation de coopération et de développement économiques, 2018a. *Introducing the OCDE Trade Facilitation Indicators*, Paris, France, OCDE.
- OCDE – Organisation de coopération et de développement économiques, 2018b. Facilitation des échanges. Adresse : <https://www.oecd.org/fr/echanges/sujets/facilitation-des-echanges/> (consulté en janvier 2023).
- OCDE – Organisation de coopération et de développement économiques, 2019a. *Strategic Foresight for Better Policies: Building Effective Governance in the Face of Uncertain Futures*, Paris, France, OCDE.
- OCDE – Organisation de coopération et de développement économiques, 2019b. *Reference Framework for Assessing the Scientific and Socio-Economic Impact of Research Infrastructures*, Paris, France, OCDE.
- OCDE – Organisation de coopération et de développement économiques, 2020a. Resilience. Adresse : <https://www.oecd.org/naec/projects/resilience/> (consulté en novembre 2022).
- OCDE – Organisation de coopération et de développement économiques, 2020b. Data. Adresse : <https://www.oecd-local-sdgs.org/data.html> (consulté en septembre 2022).
- OCDE – Organisation de coopération et de développement économiques, 2020c. *International Regulatory Co-operation*, Paris, France, OCDE.
- OCDE – Organisation de coopération et de développement économiques, 2021a. *What Future for Science, Technology and Innovation After COVID-19?*, Paris, France, OCDE.
- OCDE – Organisation de coopération et de développement économiques, 2021b. *Foresight and Anticipatory Governance: Lessons in Effective Foresight Institutionalisation*, Paris, France, OCDE.
- OCDE – Organisation de coopération et de développement économiques, 2021c. *Understanding Firm Growth*, Paris, France, OCDE.

- OCDE – Organisation de coopération et de développement économiques, 2022a. Dépenses intérieures brutes de R-D. Adresse : <https://data.oecd.org/fr/rd/depenses-interieures-brutes-de-r-d.htm> (consulté en février 2023).
- OCDE – Organisation de coopération et de développement économiques, 2022b. Échanges de biens et services. Adresse : <https://data.oecd.org/fr/trade/echanges-de-biens-et-services.htm> (consulté en janvier 2023).
- OCDE – Organisation de coopération et de développement économiques, 2022c. Exportations par taille d'entreprise. Adresse : <https://data.oecd.org/fr/trade/exportations-par-taille-d-entreprise.htm> (consulté en janvier 2023).
- OCDE – Organisation de coopération et de développement économiques, 2022d. FDI Qualities Indicators 2022. Adresse : https://read.oecd-ilibrary.org/view/?ref=1144_1144750-u5ks4jvtnl&title=FDI-Qualities-Indicators-2022 (consulté en mars 2023).
- OCDE – Organisation de coopération et de développement économiques, 2022e. Science, technologie et innovation: Tableau de bord de l'OCDE. Adresse : <https://www.oecd.org/fr/sti/tableau-de-bord.htm> (consulté en février 2023).
- OCDE – Organisation de coopération et de développement économiques, 2022f. *Mesurer les échanges en valeur ajoutée*, Paris, France, OCDE.
- OCDE – Organisation de coopération et de développement économiques 2022g. Principaux indicateurs de la science et de la technologie de l'OCDE. Adresse : <https://www.oecd.org/fr/sti/pist.htm> (consulté en novembre 2022).
- OCDE – Organisation de coopération et de développement économiques, 2022h. Science, technologie et innovation: Tableau de bord de l'OCDE. Adresse : <https://www.oecd.org/fr/innovation/tableau-de-bord.htm> (consulté en novembre 2022).
- OCDE – Organisation de coopération et de développement économiques, 2022i. *Recommandation du Conseil concernant la coopération scientifique et technologique internationale*, Paris, France, OECD/Legal.
- OCDE – Organisation de coopération et de développement économiques, 2022j. Chercheurs. Adresse : <https://data.oecd.org/fr/rd/chercheurs.htm> (consulté en novembre 2022).
- OCDE – Organisation de coopération et de développement économiques, 2022k. *OECD Business Innovation Indicators*, Paris, France, OCDE.
- OCDE – Organisation de coopération et de développement économiques, 2023a. OECD AI Principles Overview. Adresse : <https://oecd.ai/en/ai-principles> (consulté en juillet 2023).
- OCDE – Organisation de coopération et de développement économiques, 2023b. Degré d'exigence des politiques environnementales. Adresse : <https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=EPS> (consulté en février 2023).
- OCDE – Organisation de coopération et de développement économiques, 2023c. Bibliometric Indicators of International Collaboration. Adresse : <https://data-explorer.oecd.org> (consulté en octobre 2023).

- OCDE – Organisation de coopération et de développement économiques, s.d. Le commerce est-il compatible avec la viabilité de l'environnement ? Adresse : <https://www.oecd.org/fr/echanges/sujets/echanges-et-environnement/> (consulté en juin 2023).
- OCDE/Eurostat – Organisation de coopération et de développement économiques/Eurostat, 2018. *Oslo Manual 2018: Lignes directrices pour le recueil, la communication et l'utilisation des données sur l'innovation*, 4^{ème} édition, Paris, France et Luxembourg, Luxembourg, OCDE/Eurostat.
- OFI – Ocean Frontier Institute, 2022. About the Ocean Frontier Institute. Adresse : <https://www.ofi.ca/about/ofi/partnerships> (consulté en juin 2022).
- Oguamanam, C. (réd.) 2019. *Genetic Resources, Justice and Reconciliation*. Sur ligne, Cambridge University Press.
- OIM, HCDH, OHRLLS, CNUCED, PNUE, ONUDI, et OMS — Organisation internationale pour les migrations, Haut-Commissariat des Nations unies aux droits de l'homme, Bureau du Haut Représentant des Nations unies pour les pays les moins avancés, les pays en développement sans littoral et les petits États insulaires en développement, Conférence des Nations unies sur le commerce et le développement, Programme des Nations unies pour l'environnement, Organisation des Nations unies pour le développement industriel, et Organisation mondiale de la santé, 2013. *Trade in the Global Partnership for Development Beyond 2015*, New York, NY, Département des affaires économiques et sociales et le Programme des Nations unies pour le développement.
- OMC – Organisation Mondiale du Commerce, 2021. *The Carbon Content of International Trade*, Genève, Suisse, OMC.
- OMI – Organisation Maritime Internationale, 2023. Addressing Underwater Noise From Ships - Draft Revised Guidelines Agreed. Adresse : <https://www.imo.org/en/MediaCentre/Pages/WhatsNew-1818.aspx> (consulté en août 2023).
- OMM – Organisation Météorologique mondiale, 2022. Recherche. Adresse : <https://wmo.int/fr/node/21873> (consulté en juillet 2023).
- OMPI – Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle, 2020. *Global Innovation Index 2020*, Genève, Suisse, OMPI.
- OMPI – Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle, 2022. *Global Innovation Index 2022*, Genève, Suisse, OMPI.
- OMS – Organisation mondiale de la Santé, 2011. *Standards and Operational Guidance for Ethics Review of Health-Related Research with Human Participants*, Genève, Suisse, OMS.
- ONU – Organisation des Nations Unies, 1992a. *Convention Cadre des Nations Unies sur les changements climatiques*, New York, NY, ONU.
- ONU – Organisation des Nations Unies, 1992b. *Convention sur la diversité biologique*, Rio de Janeiro, Brazil, ONU.
- ONU – Organisation des Nations Unies, 2019. *Matériel de communication*. Adresse : <https://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/news/communications-material/> (consulté en octobre 2023).

- ONU – Organisation des Nations Unies, 2022a. *The Sustainable Development Agenda*. Adresse : <https://www.un.org/sustainabledevelopment/development-agenda/> (consulté en septembre 2022).
- ONU – Organisation des Nations Unies, 2022b. Cadre mondial d'indicateurs relatifs aux objectifs et aux cibles du Programme de développement durable à l'horizon 2030. Adresse : <https://unstats.un.org/sdgs/indicators/indicators-list/> (consulté en septembre 2022).
- ONU – Organisation des Nations Unies, 2022c. *Global Indicator Framework for the Sustainable Development Goals and Targets of the 2030 Agenda for Sustainable Development*, New York, NY, ONU.
- ONU – Organisation des Nations Unies, 2023. Traités multilatéraux déposés auprès du Secrétaire général. Adresse : https://treaties.un.org/Pages/ParticipationStatus.aspx?clang=_fr (consulté en avril 2023).
- Open Access Government, 2023. 2023 Will See More Horizon Association Agreements. Adresse : <https://www.openaccessgovernment.org/more-horizon-association-agreements-concluding-europe-eu-canada-mariya-gabriel/152123/> (consulté en avril 2023).
- Open Science Monitor, 2019. *Study on Open Science: Monitoring Trends and Drivers (Reference: PP-05622-2017)*, Leiden, Pays-Bas, Centre for Science and Technology Studies, Leiden University.
- OPIIC – Office de la propriété intellectuelle du Canada, 2017. Brancher le Canada au monde : Traités en matière de propriété intellectuelle. Adresse : <https://ised-isde.canada.ca/site/office-propriete-intellectuelle-canada/fr/brancher-canada-monde-traites-matiere-propriete-intellectuelle> (consulté en avril 2022).
- Ortiz, J. et V. Salas Fumas, 2020. « Technological innovation and the demand for labor by firms in expansion and recession », *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 29, n°4, p. 417-440.
- Ostry, S. et R. Nelson, 1995. *Techno-Nationalism and Techno-Globalism: Conflict and Cooperation*. Washington, D.C., Brookings Institution Press.
- OTN – Ocean Tracking Network, 2023. About Us. Adresse: <https://oceantrackingnetwork.org> (consulté en juin 2023).
- Ovezmyradov, B., 2023. « Applying quantified indicators in Central Asian science: Can metrics improve the regional research performance? », *Scientometrics*, vol. 128, p. 177-206.
- Oyama, M., 2023. Message from Director General. Adresse : https://www.nistep.go.jp/en/?page_id=15 (consulté en juin 2023).
- Ozkaya, G., M. Timor, et C. Erdin, 2021. « Science, technology and innovation policy indicators and comparisons of countries through a hybrid model of data mining and MCDM methods », *Sustainability*, vol. 13, n°2, p. 694.
- Paár-Jáklí, G., 2014. *Networked Governance and Transatlantic Relations: Building Bridges Through Science Diplomacy*, New York, NY, Routledge.

- Pakes, A. et Z. Griliches, 1980. « Patents and R&D at the firm level: A first report », *Economics Letters*, vol. 5, n°4, p. 377-381.
- Parlement européen et le Conseil de l'Union européenne, 2021. *Directive 2001/42/EC of the European Parliament and of the Council of 27 June 2001 on the Assessment of the Effects of Certain Plans and Programmes on the Environment*. Bruxelles, Belgique, Parlement européen, Conseil de l'Union européenne.
- Patel, M. R., M. P. Vashi, et B. V. Bhatt, 2017. *SMART-Multi-Criteria Decision-Making Technique for Use in Planning Activities*, communication présentée dans le cadre du New Horizons in Civil Engineering (NHCE-2017), Surat, Inde.
- Paunov, C. et S. Planes-Satorra, 2021. *Science, Technology and Innovation in the Time of COVID-19*, Paris, France, L'Organisation de coopération et de développement économiques.
- Pervan, S., Y. Al-Ansaari, et J. Xu, 2015. « Environmental determinants of open innovation in Dubai SMEs », *Industrial Marketing Management*, vol. 50, p. 60-68.
- Pfotenhauer, S. M., D. Wood, D. Roos, et D. Newman, 2016. « Architecting complex international science, technology and innovation partnerships (CISTIPs): A study of four global MIT collaborations », *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 104, p. 38-56.
- Piowar, H., 2013. « Value all research products », *Nature*, vol. 493, p. 159.
- Pizzi, S., F. Rosati, et A. Venturelli, 2021. « The determinants of business contribution to the 2030 Agenda: Introducing the SDG Reporting Score », *Business Strategy and the Environment*, vol. 30, n°1, p. 404-421.
- Plummer, M. G., D. Cheong, et S. Hamanaka, 2010. *Methodology for Impact Assessment of Free Trade Agreements*, Mandaluyong City, Philippines, Asian Development Bank.
- PNUD – Nations Unies pour le développement, 2023. Human Development Index (HDI). Adresse : <https://hdr.undp.org/data-center/human-development-index#/indicies/HDI> (consulté en février 2023).
- PNUE – Programme des Nations Unies pour l'Environnement, 2014. *Sustainability Metrics*, Karlsruhe, Allemagne, PNUE.
- PNUE et CBD – Programme des Nations Unies pour l'Environnement et Convention sur la diversité biologique, 2013. *Indicators Relevant for Traditional Knowledge and Customary Sustainable Use*, communication présentée dans le cadre du Ad Hoc Open-Ended Intersessional Working Group on Article 8(j) and Related Provisions of the Convention on Biological Diversity, Montréal, QC.
- Poege, F., D. Harhoff, F. Gaessler, et S. Baruffaldi, 2019. « Science quality and the value of inventions », *Science Advances*, vol. 5, p. eaay7323.
- Polanyi, M., 1962. « The republic of science: Its political and economic theory », *Minerva*, vol. 1, p. 54-74.
- Prikazchikov, S. A., N. V. Yandybaeva, A. S. Bogomolov, et K. I. Shuvalov, 2021. « National security indicators forecasting through the pandemic », *IFAC-PapersOnLine*, vol. 54, n°13, p. 721-726.

- Provan, K. et P. Kenis, 2007. « Modes of network governance: Structure, management, and effectiveness », *Journal of Public Administration Research and Theory*, vol. 18, p. 229–252.
- Public Library of Science, 2022. PLOS Open Science Indicators: Dataset. Adresse : <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.21687686.v1> (consulté en février 2023).
- Pugwash, 2023. Pugwash Conferences on Science and World Affairs. Adresse : <https://pugwash.org/> (consulté en mai 2021).
- Qi, Y., X. Zhang, Z. Hu, B. Xiang, R. Zhang, et S. Fang, 2022. « Choosing the right collaboration partner for innovation: A framework based on topic analysis and link prediction », *Scientometrics*, vol. 127, n°9, p. 5519–5550.
- QS Top Universities – Quacquarelli Symonds Limited, 2023. QS World University Rankings Methodology: Using Rankings to Start Your University Search. Adresse : <https://www.topuniversities.com/qs-world-university-rankings/methodology> (consulté en février 2023).
- Radhakrishnan, S., H. Wang, K. Wang, et Z. J. Zhu, 2017. « R&D investment and firm growth: The role of tangible asset complementarity », SSRN, vol. préprint, n°décembre 1, doi: 10.2139/ssrn.3096806.
- Radziszewski, P., 2020. « Exploring the development of an innovation metric — from hypothesis to initial use », *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, vol. 9, n°1, p. 10.
- Radziwon, A. et M. Bogers, 2019. « Open innovation in SMEs: Exploring inter-organizational relationships in an ecosystem », *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 146, p. 573–587.
- Rammer, C., 2016. *Measuring Output of Process Innovation at the Firm Level: Results from German Panel Data*, communication présentée dans le cadre du Blue Sky Conference, Ghent, Belgique.
- re3data, 2023. Registry of Research Data Repositories. Adresse : <https://www.re3data.org> (consulté en février 2023).
- RDDC – Recherche et développement pour la défense Canada, 2021. Partenariats et opportunités. Adresse : <https://www.canada.ca/fr/recherche-developpement-defense/services/partenariats-opportunités.html> (consulté en septembre 2022).
- Reo, N., K. Whyte, D. McGregor, M. P. Smith, et J. Jenkins, 2017. « Factors that support Indigenous involvement in multi-actor environmental stewardship », *AlterNative*, vol. 13, n°2, p. 58–68.
- Réseau Canada du Pacte mondial de l'ONU, s.d. À Propos. Adresse : <https://unglobalcompact.ca/who-we-are> (consulté en juillet 2022).
- Retraction Watch, s.d. Retraction Watch Database (Version 1.0.6.0). Adresse: <http://retractiondatabase.org> (consulté en février 2023).

- Ribeiro, A. M. N. C., P. R. X. do Carmo, I. R. Rodrigues, D. Sadok, T. Lynn, et P. T. Endo, 2020. « Short-term firm-level energy-consumption forecasting for energy-intensive manufacturing: A comparison of machine learning and deep learning models », *Algorithms*, vol. 13, n°11, p. 274.
- Ribeiro, F., P. Ferreira, et M. Araújo, 2013. « Evaluating future scenarios for the power generation sector using a Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) tool: The Portuguese case », *Energy*, vol. 52, p. 126-136.
- Ribeiro, S., 2022. Canadian and Brazilian Synchrotrons Sign MOU to Advance Agricultural Research. Adresse : <https://www.lightsource.ca/public/news/2021-22-q4-jan-march/canadian-and-brazilian-synchrotrons-sign-mou-to-advance-agricultural-research.php> (consulté en juin 2022).
- Richter, W., 2022. *NATO-Russia Tensions: Putin Orders Invasion of Ukraine*, Berlin, Allemagne, Stiftung Wissenschaft und Politik (German Institute for International and Security Affairs).
- RNCan – Ressources naturelles Canada, 2022. Mission Innovation. Adresse : <https://ressources-naturelles.canada.ca/changements-climatiques/lavenir-vert-canada/mission-innovation/18613> (consulté en juillet 2023).
- Roark, C., 2018. The Bottom Line on Trust. Adresse : <https://www.accenture.com/us-en/insights/strategy/trust-in-business> (consulté en novembre 2022).
- Robinson, M., 2021. « Big Science collaborations; lessons for global governance and leadership », *Global Policy*, vol. 12, n°1, p. 66-80.
- Romero, D., N. Galeano, et A. Molina, 2009. « Mechanisms for assessing and enhancing organisations' readiness for collaboration in collaborative networks », *International Journal of Production Research*, vol. 47, n°17, p. 4691-4710.
- Rosa, A., S. Kimpeler, E. Schirrmeister, et P. Warnke, 2021. « Participatory foresight and reflexive innovation: Setting policy goals and developing strategies in a bottom-up, mission-oriented, sustainable way », *European Journal of Futures Research*, vol. 9, p. 2.
- Rosas, J. et L. M. Camarinha-Matos, 2009. « An approach to assess collaboration readiness », *International Journal of Production Research*, vol. 47, n°17, p. 4711-4735.
- Rosemberg, C. et N. Brown, 2021. *Evaluation of the Fund for International Collaboration (FIC)*, Londres, Royaume-Uni, UK Research and Innovation.
- Royal Society et AAAS – The Royal Society et American Association for the Advancement of Science, 2010. *New Frontiers in Science Diplomacy*, Londres, Royaume-Uni, The Royal Society Science Policy Centre.
- Ruffini, P.-B., 2017. *Science and Diplomacy: A New Dimension of International Relations*. Cham, Suisse, Springer International Publishing.
- Ruimy, D., 2017. *Propriété intellectuelle et transfert de technologie: Promouvoir des pratiques exemplaires*, Ottawa, ON, Chambre des communes.
- Rybicka, J., A. Tiwari, et G. A. Leeke, 2016. « Technology readiness level assessment of composites recycling technologies », *Journal of Cleaner Production*, vol. 112, p. 1001-1012.

- S4D4C Team, 2020. Europe and Canada Addressing Global Challenges Together: Science Diplomacy as a Strategic Approach. Adresse : <https://www.s4d4c.eu/europe-and-canada-addressing-global-challenges-together-science-diplomacy-as-a-strategic-approach/> (consulté en avril 2023).
- S&P Global – Standard and Poor’s Global, 2020. Frequently Asked Questions: Trucost, New York, NY, S&P Global.
- Sadlier, G., F. Sabri, et R. Esteve, 2019. *Economic Evaluation of the International Partnership Programme (IPP): Economic Return to the UK*, Londres, Royaume-Uni, London Economics.
- Safane, J., 2022. What Is the Global Supply Chain Pressure Index? A New Tool that Tracks How Backed Up Supply Chains Are Around the World. Adresse : <https://www.businessinsider.com/personal-finance/global-supply-chain-pressure-index> (consulté en février 2023).
- Saikia, M., 2022. « Good institutions, more FDI? Evidence from Indian firm-level data », *International Economics and Economic Policy*, vol. 19, n°3, p. 411–436.
- Salomon, J. J., 1973. *Science and Politics*. Cambridge, MA, MIT Press.
- Salter, A. et B. Martin, 2001. « The economic benefits of publicly funded basic research: A critical review », *Research Policy*, vol. 30, p. 509–532.
- Sandén, B. A. et C. Azar, 2005. « Near-term technology policies for long-term climate targets—economy wide versus technology specific approaches », *Energy Policy*, vol. 33, n°12, p. 1557–1576.
- Sanjiv, K. R., 2020. The Case for Inclusive Innovation. Adresse : <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2020/03/20/the-case-for-inclusive-innovation/?sh=a5deae754144> (consulté en janvier 2023).
- Saritas, O., S. Burmaoglu, et D. Ozdemir, 2022. « The evolution of Foresight: What evidence is there in scientific publications? », *Futures*, vol. 137, p. 102916.
- Sarkar, M. B., R. Echambadi, S. T. Cavusgil, et P. S. Aulakh, 2001. « The influence of complementarity, compatibility, and relationship capital on alliance performance », *Journal of the Academy of Marketing Science*, vol. 29, n°4, p. 358–373.
- Sato, J., 2020. *Evaluation of the SATREPS Program (Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development)*, Tokyo, Japon, Ministère des Affaires étrangères du Japon.
- SC – Santé Canada, 2020. Importer et exporter des produits de santé à des fins commerciales. Adresse : <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/medicaments-produits-sante/conformite-application-loi/importation-exportation/produits-sante-usage-commerciales-ligne-directrice/document.html> (consulté en janvier 2023).
- SCAR – Scientific Committee on Antarctic Research, 2011. *SCAR Data Policy*, Cambridge, Royaume-Uni, SCAR.
- SCAR – Scientific Committee on Antarctic Research, 2020. *Welcome to The Scientific Committee on Antarctic Research*. Adresse : <https://www.scar.org/> (consulté en avril 2022).

- Schellekens, F., 2021. Collaboration Readiness for Innovation in Single Organisations. Adresse : <https://engagementready.eu/2021/08/06/collaboration-readiness-for-innovation-in-single-organisations/> (consulté en novembre 2022).
- Schmoch, U. et T. Schubert, 2008. « Are international co-publications an indicator for quality of scientific research? », *Scientometrics*, vol. 3, p. 361-377.
- Schulte, P. A., R. J. Guerin, A. L. Schill, A. Bhattacharya, T. R. Cunningham, S. P. Pandalai, ... C. M. Stephenson, 2015. « Considerations for incorporating “well-being” in public policy for workers and workplaces », *American Journal of Public Health*, vol. 105, n°8, p. e31-e44.
- SciVal, 2023. Welcome to SciVal. Adresse : www.scival.com (consulté en février 2023).
- SCMA – Supply Chain Management Association, 2016. How it's Done — Why Canada's Supply Chain Matters, Toronto, ON, Supply Chain Canada.
- SCRS – Service canadien du renseignement de sécurité, 2022a. *Protégez votre recherche - Fiches d'information régionales*. Adresse : <https://science.gc.ca/site/science/fr/protégez-votre-recherche/reenseignements-generaux-securite-recherche/qui-constitue-menace/protégez-votre-recherche-fiches-dinformation-regionales> (consulté en octobre 2023).
- SCRS – Service canadien du renseignement de sécurité, 2022b. Ingérence étrangère et vous. Adresse : <https://www.canada.ca/fr/service-renseignement-securite/organisation/publications/interference-etrangere-et-vous/interference-etrangere-et-vous.html> (consulté en février 2022).
- SCT – Secrétariat du Conseil du Trésor du Canada, 2005. *Répondre aux attentes des Canadiennes et des Canadiens: Examen des responsabilités et des responsabilisations des ministres et des hauts fonctionnaires*, Ottawa, ON, SCT.
- SDC – Service des délégués commerciaux, 2015. Canada's Science, Technology, and Innovation (STI) Landscape. Adresse : <https://energy.ec.europa.eu/system/files/2023-08/2-11%20%20Jennifer%20Daubeny%20-%20Canada%20s%20Science%2C%20Technology%20and%20Innovation%20Landscape.pdf> (consulté en avril 2022).
- SDC – Service des délégués commerciaux, 2017. Guide des capacités arctiques canadiennes par secteur d'activité. Adresse : <https://www.international.gc.ca/gac-amc/institution/tcs-sdc/publications/cacg-gcac/cacg-gcac.aspx?lang=fra> (consulté en juin 2022).
- SDC – Service des délégués commerciaux, 2020. Éducation Internationale. Adresse : <https://www.deleguescommerciaux.gc.ca/sectors-secteurs/education.aspx?lang=fra> (consulté en mars 2023).
- SDC – Service des délégués commerciaux, 2022a. Programme canadien de l'innovation à l'international (PCII). Adresse : https://www.deleguescommerciaux.gc.ca/funding-financement/ciip-pcii/index.aspx?lang=fra&_ga (consulté en mars 2022).
- SDC – Service des délégués commerciaux, 2022b. Des avantages concurrentiels pour les exportateurs canadiens grâce aux accords commerciaux. Adresse : <https://www.deleguescommerciaux.gc.ca/canadexport/0004516.aspx?lang=fra> (consulté en janvier 2023).

- SDC – Service des délégués commerciaux, 2023. Possibilités de collaboration. Adresse : <https://www.deleguescommerciaux.gc.ca/innovators-innovateurs/agreements-ententes.aspx?lang=fra> (consulté en mars 2023).
- SDC – Service des délégués commerciaux, s.d. Accélérateurs technologiques canadiens. Adresse : <https://www.deleguescommerciaux.gc.ca/cta-atc/index.aspx?lang=fra> (consulté en mars 2022).
- Secretary of the Treasury – Secretary of the United States Department of the Treasury, 2022. Remarks by Secretary of the Treasury Janet L. Yellen on Way Forward for the Global Economy. Adresse : <https://home.treasury.gov/news/press-releases/jy0714> (consulté en avril 2023).
- Serrouya, R., D. R. Seip, D. Hervieux, B. N. McLellan, R. S. McNay, R. Steenweg, ... S. Boutin, 2019. « Saving endangered species using adaptive management », *PNAS*, vol. 116, n°13, p. 6181.
- ShanghaiRanking, 2021. ShanghaiRanking's Academic Ranking of World Universities Methodology 2022. Adresse : <https://www.shanghairanking.com/methodology/arwu/2022> (consulté en février 2023).
- Shen, H. et J. Luo, 2021. « Higher Education and Investment in Knowledge: A Perspective from Talent Policies in Mainland China », dans Aarrevaara, T., M. Finkelstein, G. A. Jones et J. Jung (réd.), *Universities in the Knowledge Society*, Cham, Suisse, Springer Cham.
- Shibayama, S. et J. Wang, 2020. « Measuring originality in science », *Scientometrics*, vol. 122, p. 409–427.
- Shull, A. et W. Wark, 2021. Reimagining a Canadian National Security Strategy, Waterloo, ON, Centre for International Governance Innovation.
- Sinclair, S., S. Trew, et H. Mertins-Kirkwood, 2014. *Making Sense of the CETA: An Analysis of the Final Text of the Canada–European Union Comprehensive Economic and Trade Agreement*, Ottawa, ON, Centre canadien de politiques alternatives.
- Skolnikoff, E. B., 1967. *Science, Technology, and American Foreign Policy*, Cambridge, MA, MIT Press.
- Skolnikoff, E. B., 1993. *The Elusive Transformation: Science, Technology and the Evolution of International Politics*, Princeton, NJ, Princeton University Press.
- Smale, B. et M. Hilbrecht, 2016. *Canadian Index of Wellbeing*, Waterloo, ON, Canadian Index of Wellbeing and the University of Waterloo.
- Smith, E., S. Gunashekar, C. Lichten, S. Parks, et J. Chataway, 2016. *A Framework to Monitor Open Science Trends in the EU*, communication présentée dans le cadre du OECD Blue Sky III Forum, *Informing Science and Innovation Policies: Towards the Next Generation of Data and Indicators*, Ghent, Belgique.
- Smith, P. J. et D. Berlin, 2020. *Transnational Security Threats in Asia: Conference Report*, communication présentée dans le cadre du Asia-Pacific Center for Security Studies Meeting, Honolulu, HI.

- SNOLAB, 2023. About SNOLAB. Adresse : <https://www.snolab.ca/about/about-snolab/> (consulté en juin 2023).
- Sokolova, A., 2022. « Pre-foresight integrative methodology for STI policy: Increasing coherence and impact », *Futures*, vol. 135, p. 102875.
- SolAbility, 2022. *Global Sustainable Competitiveness Index 2022*, Zurich, Suisse, SolAbility.
- Song, C. et W. Oh, 2015. « Determinants of innovation in energy intensive industry and implications for energy policy », *Energy Policy*, vol. 81, n°C, p. 122-130.
- SP – Sécurité publique Canada, 2018. *Stratégie nationale de cybersécurité: Vision du Canada pour la sécurité et la prospérité dans l'ère numérique*, Ottawa, ON, SP.
- SP – Sécurité publique Canada, 2023. Profil national des risques : Renforcer l'approche « tous risques » du Canada en matière de gestion des urgences. Adresse : <https://www.securitepublique.gc.ca/cnt/mrgnc-mngmnt/ntnl-rsk-prfl/index-fr.aspx> (consulté en juillet 2023).
- SPAC – Services publics et Approvisionnement Canada, 2020. *Rapport sur les résultats ministériels 2019 à 2020*, Ottawa, ON, SPAC.
- SPAC – Services publics et Approvisionnement Canada, 2022. Participation, contrôle et influence étrangers. Adresse : <https://www.tpsgc-pwgsc.gc.ca/esc-src/msc-csm/chap3-fra.html> (consulté en février 2023).
- Sors, T. G., R. C. O'Brien, M. L. Scanlon, L. Y. Bermel, I. Chikowe, A. Gardner, ... D. K. Litzelman, 2022. « Reciprocal innovation: A new approach to equitable and mutually beneficial global health partnerships », *Global Public Health*, vol., doi: 10.1080/17441692.17442022.12102202.
- Spithoven, A., W. Vanhaverbeke, et N. Roijakkers, 2013. « Open innovation practices in SMEs and large enterprises », *Small Business Economics*, vol. 41, p. 537-562.
- Stackhouse, J., 2020. *Planet Canada: How Expats Are Shaping the Future*, Toronto, ON, Random House Canada.
- Startup Genome, 2022. *The Global Startup Ecosystem Report GSER 2022*, San Francisco, CA, Startup Genome.
- Stasinopoulos Rowell, M.-D., 2021. Canada's Worsening Innovation Output Dilemma. Adresse : <https://globaladvantageconsulting.com/canadas-worsening-innovation-output-dilemma/> (consulté en novembre 2022).
- StatCan – Statistique Canada, 2021a. Le Quotidien : Dépenses au chapitre de la recherche et du développement, 2018 (données définitives), 2019 (données provisoires), 2020 (perspectives). Adresse : <https://www150.statcan.gc.ca/n1/daily-quotidien/210317/dq210317d-fra.htm> (consulté en juin 2022).
- StatCan – Statistique Canada, 2021b. Le Cadre d'indicateurs canadien pour les objectifs de développement durables. Adresse : <https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/11-26-0004/112600042021001-fra.htm> (consulté en septembre 2022).

- StatCan – Statistique Canada, 2021c. Le Cadre d'indicateurs canadien : un complément aux indicateurs des objectifs mondiaux liés au développement durable axé sur les priorités canadiennes. Adresse : <https://www150.statcan.gc.ca/n1/daily-quotidien/210622/dq210622c-fra.htm> (consulté en septembre 2022).
- StatCan – Statistique Canada, 2021d. *Enquête sur l'innovation et les stratégies d'entreprise*, 2019, Ottawa, ON, StatCan.
- StatCan – Statistique Canada, 2022a. Dépenses de l'administration fédérale au chapitre des activités scientifiques et technologiques, 2020-2021 (réelles), 2021-2022 (provisaires), et 2022-2023 (perspectives). Adresse : <https://www150.statcan.gc.ca/n1/daily-quotidien/220606/dq220606a-fra.htm> (consulté en novembre 2022).
- StatCan – Statistique Canada, 2022b. Recherche et développement industriels, 2020 (données réelles), 2021 (données provisoires) et 2022 (perspectives). Adresse : <https://www150.statcan.gc.ca/n1/daily-quotidien/220624/dq220624c-fra.htm> (consulté en novembre 2022).
- StatCan – Statistique Canada, 2022c. Personnel affecté à la recherche et développement, 2019. Adresse : <https://www150.statcan.gc.ca/n1/daily-quotidien/220325/dq220325h-fra.htm> (consulté en novembre 2022).
- StatCan – Statistique Canada, 2022d. Classification de secteurs de financement et d'exécution de recherche et développement. Adresse : https://www23.statcan.gc.ca/imdb/p3VD_f.pl?Function=getVD&TVD=62490&CVD=62491&CLV=0&MLV=3&D=1 (consulté en avril 2022).
- StatCan – Statistique Canada, 2022e. Le Canada est en tête des pays du G7 pour ce qui est de la main-d'œuvre la plus scolarisée, grâce aux immigrants, aux jeunes adultes et à un solide secteur collégial, mais il subit des pertes importantes de titulaires de certificats d'apprenti dans les principaux domaines de métiers. Adresse : <https://www150.statcan.gc.ca/n1/daily-quotidien/221130/dq221130a-fra.htm> (consulté en avril 2023).
- StatCan – Statistique Canada, 2023a. Tableau 27-10-0273-01 : Dépenses intérieures brutes en recherche et développement, selon le type de science et selon le secteur de financement et le secteur d'exécution (x 1,000,000). Adresse : https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=2710027301&request_locale=fr (consulté en mai 2023).
- StatCan – Statistique Canada, 2023b. Tableau 27-10-0022-01 : Personnel affecté à la recherche et développement selon le secteur d'exécution et la catégorie professionnelle. Adresse : https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=2710002201&request_locale=fr (consulté en mai 2023).
- StatCan – Statistique Canada, 2023c. Tableau 27-10-0346-01 : Dépenses des entreprises au titre de la recherche et développement exécutée en sous-traitance, selon le groupe d'industries fondé sur le Système de classification des industries de l'Amérique du Nord (SCIAN), le pays de contrôle, l'emplacement des destinataires et le secteur des destinataires (x 1 000 000). Ottawa, ON, StatCan.
- Stephan, P., 2012. *How Economics Shapes Science*, Cambridge, MA, Harvard University Press.

- Stephenson, A., 2019. Japan Lifts Last Restrictions on Canadian Beef, 16 Years After BSE. Adresse : <https://calgaryherald.com/business/local-business/japan-lifts-last-restrictions-on-canadian-beef-16-years-after-bse> (consulté en janvier 2023).
- Stoff, J., 2021. « Sino-Foreign Research Collaboration », dans Hannas, W. et D. Tatlow (réd.), *China's Quest for Foreign Technology: Beyond Espionage*, New York, NY, Routledge.
- Stokes, D., 1997. *Pasteur's Quadrant: Basic Science and Technological Innovation*, Washington, D.C., Brookings Institution.
- Subramanian, L., C. Alexiou, J. G. Nellis J, P. Steele, et F. Tolani, 2020. « Developing a sustainability index for public health supply chains », *Sustainable Futures*, vol. 2, p. 100019.
- Sugimoto, C. R., N. Robinson-Garcia, D. S. Murray, A. Yegros-Yegros, R. Costas, et V. Larivière, 2017. « Scientists have most impact when they're free to move », *Nature*, vol. 550, n°7674, p. 29-31.
- Sun, S., 2020. *China's Ban on Canadian Canola: Reasons, Impacts, and Policy Perspectives*, Edmonton, AB, China Institute.
- Sunkel, C., 2015. « Excellence and the new social contract for science », *EMBO reports*, vol. 16, n°5, p. 553-556.
- Syrneonidis, G., 1996. *Innovation, Firm Size and Market Structure: Schumpeterian Hypotheses and Some New Themes*, Paris, France, Organisation de coopération et de développement économiques.
- Tahamtan, I. et L. Bornmann, 2019. « What do citation counts measure? An updated review of studies on citations in scientific documents published between 2006 and 2018 », *Scientometrics*, vol. 121, p. 1635-1684.
- Tallaki, M. et E. Bracci, 2021. « Risk allocation, transfer and management in public-private partnership and private finance initiatives: A systematic literature review », *International Journal of Public Sector Management*, vol. 34, n°7, p. 709-731.
- Tarasova, E. V., E. N. Nikulina, et N. V. Moskvicheva, 2017. « Analysis of risk assessment methods of innovative projects », *Revista Espacios*, vol. 38, n°49.
- Tatlow, D., G. Walton, et A. Puglisi, 2021. « The Impact of China's Policies », dans Hannas, W. et D. Tatlow (réd.), *China's Quest for Foreign Technology: Beyond Espionage*, New York, NY, Routledge.
- TC – Transports Canada, 2021. Les normes internationales : Examen réglementaire ciblé – Feuille de route réglementaire. Adresse : <https://tc.canada.ca/fr/services-generaux/lois-reglements/normes-internationales-examen-reglementaire-cible-feuille-route-reglementaire> (consulté en juin 2023).

- TC – Transports Canada, 2022. Le gouvernement du Canada annonce son intention de lancer une nouvelle initiative d'infrastructure numérique pour renforcer les chaînes d'approvisionnement du Canada. Adresse : <https://www.canada.ca/fr/transports-canada/nouvelles/2022/10/le-gouvernement-du-canada-annonce-son-intention-de-lancer-une-nouvelle-initiative-dinfrastructure-numerique-pour-renforcer-les-chaines-dapprovision.html> (consulté en février 2023).
- Tennial, R., E. Solomon, L. Hammonds-Odie, G. McDowell, M. Moore, A. Roca, et J. Marcette, 2019. « Formation of the inclusive environments and metrics in biology education and research (iEMBER) network: Building a culture of diversity, equity, and inclusion », *CBE—Life Sciences Education*, vol. 18, n°mr1, p. 1-8.
- Teplitskiy, M., E. Duede, M. Menietti, et K. Lakhani, 2022. « How status of research papers affects they way they are read and cited », *Research Policy*, vol. 51, p. 104484.
- The Antarctic Treaty, 1958. *Argentina, Australia, Belgium, Chile, France, Japan, New Zealand, Norway, South Africa, Union of Soviet Socialist Republics*, Londres, Royaume-Uni, Secretariat of the Antarctic Treaty.
- TheGlobalEconomy.com, 2023. List of Available Indicators. Adresse : https://www.theglobaleconomy.com/indicators_list.php (consulté en feviere 2023).
- Tillväxtanalys, 2014. *Indicators and Strategies for the Internationalization of Research and Innovation – An Overview with Examples from Several Countries*, Östersund, Suède, Tillväxtanalys.
- Times Higher Education, 2022. *World University Rankings 2023: Methodology*. Adresse : <https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings/world-university-rankings-2023-methodology> (consulté en juillet 2023).
- TMT – Thirty Meter Telescope, 2022. TMT International Observatory. Adresse : <https://www.tmt.org/page/partners> (consulté en juillet 2023).
- Touch, D., 2022. China Challenge and U.S.–Canadian Innovation Collaboration. Adresse : <https://www.wilsoncenter.org/article/china-challenge-and-us-canadian-innovation-collaboration> (consulté en avril 2022).
- Tracy, S., 2010. « Qualitative quality: Eight “big-tent” criteria for excellent qualitative research », *Qualitative Inquiry*, vol. 16, n°10, p. 837–851.
- Transparency Global, 2022. Transparency Index. Adresse : <https://transparency.global/transparency-index/> (consulté en novembre 2022).
- TRIUMF, s.d. About TRIUMF. Adresse : <https://www.triumf.ca/home/about-triumf> (consulté en juin 2023).
- Tudisca, V., A. Valente, T. Castellani, T. Stahl, P. Sandu, D. Dulf, ... on behalf of the REPOPA Consortium, 2018. « Development of measurable indicators to enhance public health evidence-informed policy-making », *Health Research Policy and Systems*, vol. 16, n°1, p. 47.
- Tufegdžić, M. et P. Pravdić, 2019. *Artificial Intelligence Techniques in Business Decision Making*, communication présentée dans le cadre du 9me International Conference on Economics and Management-Based on New Technologies, Vrnjačka Banja, Serbie.

- Tunggal, A. T., 2022. What Are Security Ratings? Adresse : <https://www.upguard.com/blog/what-are-security-ratings> (consulté en novembre 2022).
- U15 et Universités Canada – Regroupement des universités de recherche du Canada et Universités Canada, 2019. *Atténuer les risques économiques et géopolitiques associés aux projets de recherche sensibles: Guide à l'intention des chercheurs universitaires*, Ottawa, ON, U15 et Universités Canada.
- U of T – University of Toronto, 2019. International Legal & Ethical Requirements. Adresse : <https://research.utoronto.ca/ethics-human-research/international-legal-ethical-requirements> (consulté en juillet 2023).
- U.K. GO-Science – United Kingdom Government Office for Science, s.d. Futures, Foresight and Horizon Scanning. Adresse : <https://foresightprojects.blog.gov.uk/> (consulté en février 2023).
- U.S. AVC – United States Bureau of Arms Control, Verification and Compliance, 2017. Antarctic Treaty — Narrative. Adresse : <https://2009-2017.state.gov/t/avc/trty/193967.htm> (consulté en juin 2021).
- U.S. CISA – United States Cybersecurity & Infrastructure Security Agency, 2018. Alert (TA18-074A): Russian Government Cyber Activity Targeting Energy and Other Critical Infrastructure Sectors. Adresse : <https://www.cisa.gov/uscert/ncas/alerts/TA18-074A> (consulté en août 2022).
- U.S. Congress OTA – United States Congress Office of Technology Assessment, 1995. *Innovation and Commercialization of Emerging Technologies*. Washington D.C., United States Government Printing Office.
- U.S. Embassy in Canada – United States Embassy in Canada, 2018. U.S.-Canada Innovation Partnership. Adresse : <https://ca.usembassy.gov/fact-sheet-the-united-states-canada-partnership/> (consulté en avril 2022).
- U.S. FDA – United States Food and Drug Administration, 2020. International Regulatory Harmonization. Adresse : <https://www.fda.gov/drugs/cder-international-program/international-regulatory-harmonization> (consulté en juin 2023).
- U.S. GSA – United States General Services Administration, 2018. *Form: SF328 Certificate Pertaining to Foreign Interests*, Washington, D.C., U.S. GSA.
- U.S. NIH – United States National Institutes of Health, 2021. Team Science Toolkit. Adresse : <https://cancercontrol.cancer.gov/brp/research/team-science-toolkit> (consulté en octobre 2023).
- U.S. NSF et CRSNG – United States National Science Foundation et Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada, 2021. *Dear Colleague Letter: Special Guidelines for Submitting Collaborative Proposals under National Science Foundation (NSF) and Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada (NSERC) Collaborative Research Opportunities in Artificial Intelligence and Quantum Science*, Alexandria, VA, U.S. NSF et CRSNG.

- U.S. NSTC – United States National Science and Technology Council, 2022. *Biennial Report to Congress on International Science & Technology Cooperation*, Washington, D.C., Subcommittee on International Science and Technology Coordination.
- Udomkun, P., A. N. Wiredu, M. Nagle, J. Müller, B. Vanlauwe, et R. Bandyopadhyay, 2017. « Innovative technologies to manage aflatoxins in foods and feeds and the profitability of application – A review », *Food Control*, vol. 76, p. 127-138.
- UE – Union européenne, 2019. Scientific and Technological Cooperation Between the EU and Canada. Adresse : <https://eur-lex.europa.eu/EN/legal-content/summary/scientific-and-technological-cooperation-between-the-eu-and-canada.html> (consulté en juin 2023).
- Ueyama, T., 2021. Japan's 6th Science, Technology and Innovation Basic Plan. Adresse : <https://www.openaccessgovernment.org/japans-6th-science-technology-and-innovation-basic-plan/120486/> (consulté en juin 2023).
- UKRI – UK Research and Innovation, 2022a. *UKRI International Strategic Framework*, Londres, Royaume-Uni, UKRI.
- UKRI – UK Research and Innovation, 2022b. UKRI Strategy 2022 to 2027. Adresse : <https://www.ukri.org/publications/ukri-strategy-2022-to-2027/ukri-strategy-2022-to-2027/> (consulté en avril 2023).
- UNCTAD – United Nations Conference on Trade and Development, 2020. *A Framework for Science, Technology and Innovation Policy Reviews*, Genève, Suisse, UNCTAD.
- UNDP GCPSE – Programme des Nations Unies pour le développement Centre mondial pour l'excellence de la fonction publique, 2014. *Foresight as a Strategic Long-Term Planning Tool for Developing Countries*, Singapour, UNDP GCPSE.
- UNESCO – Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture, 2021a. Systèmes de savoirs locaux et autochtones (LINKS). Adresse : <https://fr.unesco.org/links> (consulté en février 2023).
- UNESCO – Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture, 2021b. *Science Report 2021*, Paris, France, UNESCO.
- UNESCO – Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture, 2021c. Investir dans les sciences, la technologie et l'innovation. Adresse : <https://web.archive.org/web/20221005025250/https://fr.unesco.org/themes/investir-sciences-technologie-linnovation> (consulté en novembre 2022).
- UNESCO – Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture, 2023. Collections des Rapports de l'UNESCO sur la science. Adresse : <https://www.unesco.org/reports/science/2021/fr/report-series> (consulté en février 2023).
- Universités Canada, 2021. Objectifs de développement durable. Adresse : <https://www.univcan.ca/fr/objectifs-de-developpement-durable/> (consulté en septembre 2022).
- Unpaywall, s.d. Get Started: Research. Adresse : <https://unpaywall.org/user-guides/research> (consulté en février 2023).

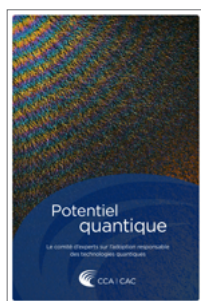
- USDA – United States Department of Agriculture, 2017. Aflatoxin – Almond, Peanut and Pistachio Approvals. Adresse : <https://www.ams.usda.gov/services/imports-exports/aflatoxin-almond-peanut-and-pistachio-approvals> (consulté en mars 2023).
- Van den Hove, S., J. McGlade, P. Mottet, et M. H. Depledge, 2012. « The innovation union: A perfect means to confused ends? », *Environmental Science & Policy*, vol. 16, p. 73–80.
- Vanderbyl, S. et S. Kobelak, 2008. « Risk management for the biotechnology industry: A Canadian perspective », *Journal of Commercial Biotechnology*, vol. 14, n°2, p. 128–140.
- Varadarajan, G., J. Schlosser, et A. Ahuja, 2021. How Asset-Light Strategies and Models Can Boost Business Growth. Adresse : https://www.ey.com/en_gl/strategy-transactions/how-asset-light-strategies-and-models-can-boost-business-growth (consulté en janvier 2023).
- Vasudeva, G., J. W. Spencer, et H. J. Teegeen, 2013. « Bringing the institutional context back in: A cross-national comparison of alliance partner selection and knowledge acquisition », *Organization Science*, vol. 24, n°2, p. 319–338.
- Vice-première ministre – Vice-première ministre du Canada, 2022. Allocution de la vice-première ministre à la Brookings Institution à Washington D.C. Adresse : <https://vicepm.canada.ca/fr/nouvelles/discours/2022/10/11/allocution-de-la-vice-premiere-ministre-la-brookings-institution> (consulté en février 2023).
- VIDO – Vaccine and Infectious Disease Organization, 2023. Accessing InterVac. Adresse : <https://www.vido.org/facilities/accessing-intervac> (consulté en juin 2023).
- Viju, C., M. T. Yeung, et W. A. Kerr, 2014. « Zero tolerance for GM flax and the rules of trade », *The World Economy*, vol. 37, n°1, p. 137–150.
- Vives, X., 2008. « Innovation and competitive pressure », *The Journal of Industrial Economics*, vol. 56, n°3, p. 419–469.
- VT University Libraries – Virginia Tech University Libraries, 2023. Research Impact & Intelligence: Research Network Visualization Tools. Adresse : https://guides.lib.vt.edu/research_impact_intelligence/impact (consulté en juillet 2023).
- Wagner, C., 2008. *The New Invisible College: Science for Development*, Washington, D.C., Brookings Institution Press.
- Wagner, C., H. Park, et L. Leydesdorff, 2015. « The continuing growth of global cooperation networks in research: A conundrum for national governments », *PLoS ONE*, vol. 10, n°7, p. e0131816.
- Wagner, C. et K. Jonkers, 2017. « Open countries have strong science », *Nature*, vol. 550, p. 32–33.
- Wagner, C., 2018. *The Collaborative Era in Science: Governing the Network*, Londres, Royaume-Uni, Palgrave Macmillan.
- Wagner, C. et T. Whetsell, 2023. « Developing an index of national research capacity », *arXiv*, vol. préprint, n°juin 6, p. arXiv:2306.03981.
- Walter, M. et M. Suina, 2019. « Indigenous data, Indigenous methodologies and Indigenous data sovereignty », *International Journal of Social Research Methodology*, vol. 22, n°3, p. 233–243.

- Wan, D., C. H. Ong, et F. Lee, 2005. « Determinants of firm innovation in Singapore », *Technovation*, vol. 25, n°3, p. 261-268.
- Wang, J., W. Lin, et Y.-H. Huang, 2010. « A performance-oriented risk management framework for innovative R&D projects », *Technovation*, vol. 30, n°11, p. 601-611.
- Wang, J., 2016. « Knowledge creation in collaboration networks: Effects of tie configuration », *Research Policy*, vol. 45, n°1, p. 68-80.
- Wang, M. et M. S. Wong, 2016. « Effects of foreign direct investment on firm-level technical efficiency: Stochastic frontier model evidence from Chinese manufacturing firms », *Atlantic Economic Journal*, vol. 44, p. 335-361.
- Wang, W., J. Ren, M. Alrashoud, F. Xia, M. Mao, et A. Tolba, 2020. « Early-stage reciprocity in sustainable scientific collaboration », *Journal of Informetrics*, vol. 14, n°3, p. 101041.
- Waterloo EDC, 2022. What Is the Toronto-Waterloo Corridor. Adresse : <https://blog.waterlooe dc.ca/what-is-toronto-waterloo-corridor> (consulté en avril 2022).
- Waterloo EDC, 2023. 5 Tech Hubs, Incubators and Accelerators in Waterloo. Adresse : <https://www.waterlooe dc.ca/blog/tech-hubs-incubators-accelerators-waterloo> (consulté en mai 2023).
- Watts, V., 2013. « Indigenous place-thought & agency amongst humans and non-humans (First Woman and Sky Woman go on a European world tour!) », *Decolonization: Indigeneity, Education & Society*, vol. 2, n°1, p. 20-34.
- Weng, B., W. Martinez, Y.-T. Tsai, C. Li, L. Lu, J. R. Barth, et F. M. Megahed, 2018. « Macroeconomic indicators alone can predict the monthly closing price of major U.S. indices: Insights from artificial intelligence, time-series analysis and hybrid models », *Applied Soft Computing*, vol. 71, p. 685-697.
- Williams, K., 2022. « What counts: Making sense of metrics of research value », *Science and Public Policy*, vol. 49, n°3, p. 518-531.
- Wilner, A., S. Beach-Vaive, C. Carbonneau, G. Hopkins, et F. Leblanc, 2022. « Research at risk: Global challenges, international perspectives, and Canadian solutions », *International Journal*, vol. 77, n°1, p. 26-50.
- Wilshaw, S., 2020. Rapprocher les réseaux internationaux en science, technologie et innovation. Adresse : <https://sciencepolicy.ca/fr/posts/bridging-international-networks-in-science-technology-and-innovation/> (consulté en mars 2022).
- WITS – World Integrated Trade Solution, 2022. Trade Indicators. Adresse : <https://wits.worldbank.org/CountryProfile/en/Country/CAN/Year/2019> (consulté en janvier 2023).
- WCED – World Commission on Environment and Development, 1987. *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future (Brundtland Report)*, New York, NY, United Nations General Assembly.
- Wouters, P. et R. Costas, 2012. *Users, Narcissism and Control—Tracking the Impact of Scholarly Publications in the 21st Century*, Utrecht, Pays-Bas, SURFfoundation.

- Wu, C. et D. Barnes, 2014. « Partner selection in agile supply chains: A fuzzy intelligent approach », *Production Planning & Control*, vol. 25, n°10, p. 821-839.
- Wu, W. Y., H.-A. Shih, et H.-C. Chan, 2009. « The analytic network process for partner selection criteria in strategic alliances », *Expert Systems with Applications*, vol. 36, n°3, Part 1, p. 4646-4653.
- Xia, J., J. Harmon, K. Connolly, H. Howard, R. Donnelly, et M. Anderson, 2015. « Who publishes in “predatory” journals? », *Journal of the Association for Information Science and Technology*, vol. 66, n°7, p. 1406-1417.
- Yale Center for Environmental Law & Policy, 2022. 2022 EPI Results. Adresse : <https://epi.yale.edu/epi-results/2022/component/epi> (consulté en février 2023).
- Yang, C., Q. Zhang, et S. Ding, 2015. « An evaluation method for innovation capability based on uncertain linguistic variables », *Applied Mathematics and Computation*, vol. 256, p. 160-174.
- Yarmoshuk, A. N., D. C. Cole, M. Mwangu, A. N. Guantai, et C. Zarowsky, 2020. « Reciprocity in international interuniversity global health partnerships », *Higher Education*, vol. 79, n°3, p. 395-414.
- Yejun, X. et C. Zhijian, 2008. *Standard Deviation Method for Determining the Weights of Group Multiple Attribute Decision Making Under Uncertain Linguistic Environment*, communication présentée dans le cadre du 7th World Congress on Intelligent Control and Automation, Chongqing, Chine.
- Yin, Y., Y. Dong, K. Wang, D. Wang, et B. Jones, 2021. *Science as a Public Good: Public Use and Funding of Science (Working Paper 28748)*, Cambridge, MA, National Bureau of Economic Research.
- Yu, D., K. Deng, X. Gao, et Y. Liu, 2022. « Psychological distance impacts subgroup reciprocity in technological innovation networks: The mediating role of divisive faultlines », *Frontiers in Psychology*, vol. 13, doi: 10.3389/fpsyg.2022.857088.
- Yue, W., 2022. « Foreign direct investment and the innovation performance of local enterprises », *Humanities and Social Sciences Communications*, vol. 9, n°1, p. 252.
- Yun, J. et Z. Liu, 2019. « Micro- and macro-dynamics of open innovation with a quadruple-helix model », *Sustainability*, vol. 11, p. 3301.
- Zhang, J. Y., B. Balakrishnan, R. Sriniva, et T. Sundberg, 2022. « What new dimensions are needed for science diplomacy? », *Science Diplomacy Review*, vol. 4, n°3, p. 1-4.
- Zheng, H., L. Pee, et D. Zhang, 2021. « Societal impact of research: A text mining study of impact types », *Scientometrics*, vol. 126, p. 7397-7417.
- Zhu, L., J. Zhang, et S. Cunningham, 2022. « Domain expertise extraction for finding rising stars », *Scientometrics*, vol. 127, p. 5475-5495.

Rapports utiles du CAC

Les rapports d'évaluation répertoriés ci-dessous sont accessibles sur le site Web du CAC (www.rapports-cac.ca) :



Potentiel quantique (2023)



Entre progrès et défis (2022)



Solutions climatiques basées sur la nature (2022)



Dynamiser la découverte (2021)



Formés pour réussir (2021)



Bâtir l'excellence (2019)



Rivaliser dans une économie mondiale axée sur l'innovation : L'état de la R-D au Canada (2018)



Politique scientifique : Considérations pour les gouvernements infranationaux (2017)



Paradoxe dissipé (2013)

Conseil d'administration du CAC*

Sue Molloy, FACG, (présidente), présidente de Glas Ocean Electric et professeure auxiliaire à l'Université Dalhousie (Halifax, N.-É.)

Soheil Asgarpour, FACG, président, Petroleum Technology Alliance Canada; président désigné, Académie canadienne du génie (Calgary, Alb.)

Pascal Grenier, vice-président principal, Services de vol et Opérations mondiales, CAE (Montréal, Qc)

Chantal Guay, FACG, directrice générale, Conseil canadien des normes (Ottawa, Ont.)

Jawahar (Jay) Kalra, M.D., MACSS, professeur, Département de pathologie et de médecine de laboratoire et membre du Conseil des gouverneurs, Université de la Saskatchewan (Saskatoon, Sask.)

Catherine Karakatsanis, FACG, cheffe de l'exploitation, Morrison Hershfield Group Inc. et présidente élue de l'Académie canadienne du génie (Toronto, Ont.)

Cynthia E. Milton, MSRC, vice-présidente associée à la recherche, Université de Victoria (Victoria, C.-B.)

Donna Strickland, C.C., MSRC, FACG, professeure, Département de physique et d'astronomie, Université de Waterloo (Waterloo, Ont.)

Gisèle Yasmeen, vice-rectrice associée, International, Université d'Ottawa (Ottawa, Ont.)

*En novembre 2023

Comité consultatif scientifique du CAC*

David Castle (président), professeur, École d'administration publique et Gustavson School of Business, Université de Victoria; chercheur en résidence, Bureau du conseiller scientifique principal du premier ministre du Canada (Victoria, C.-B.)

Maydianne C. B. Andrade, professeure de sciences biologiques, Université de Toronto à Scarborough; présidente, Réseau canadien des scientifiques noirs (Toronto, Ont.)

Peter Backx, MSRC, MACSS, professeur, Département de biologie; titulaire, Chaire de recherche du Canada en biologie cardiovasculaire, Université York (Toronto, Ont.)

Kyle Bobiwash, professeur adjoint et érudit autochtone, Département d'entomologie, Université du Manitoba (Winnipeg, Man.)

Stephanie E. Chang, professeure, School of Community and Regional Planning and Institute for Resources, Environment and Sustainability, Université de la Colombie-Britannique (Vancouver, C.-B.)

Jackie Dawson, MSRC, titulaire de la Chaire de recherche du Canada sur l'environnement, la société et les politiques et professeure agrégée au Département de géographie, Université d'Ottawa (Ottawa, Ont.)

Colleen M. Flood, MSRC, MACSS, Doyenne, Faculté de droit, Université Queen's (Kingston, Ont.)

Digvir S. Jayas, O.C., MSRC, FAGG, professeur éminent et vice-recteur à la recherche et aux relations internationales, Université du Manitoba (Winnipeg, Man.)

Malcolm King, MACSS, directeur scientifique, Saskatchewan Centre for Patient-Oriented Research, Université de la Saskatchewan (Saskatoon, Sask.)

Chris MacDonald, professeur agrégé; directeur, Ted Rogers Leadership Centre; président, Département de droit et des affaires; Ted Rogers School of Management, Université métropolitaine de Toronto (Toronto, Ont.)

Nicole A. Poirier, FAGG, présidente, KoanTeknico Solutions Inc. (Beaconsfield, Qc)

Louise Poissant, MSRC, directrice scientifique du Fonds de recherche du Québec – Société et culture (Montréal, Qc)

Jamie Snook, directeur général, Torngat Wildlife Plants and Fisheries Secretariat (Happy Valley-Goose Bay, T.-N.-L.)

David A. Wolfe, professeur de sciences politiques, Université de Toronto à Mississauga; codirecteur, Innovation Policy Lab à la Munk School of Global Affairs and Public Policy, Université de Toronto (Toronto, Ont.)

*En novembre 2023



Council of
Canadian
Academies

Conseil des
académies
canadiennes

180, rue Elgin, bureau 1401
Ottawa (Ontario) K2P 2K3
Tél: 613 567-5000
www.rapports-cac.ca