

N° 11-633-X au catalogue — N° 052
ISSN 2371-3437
ISBN 978-0-660-73269-5

Études analytiques : méthodes et références

Indicateurs de rendement de l'écosystème d'innovation : analyse documentaire

par Rim Chatti, Manassé Drabo et Dominique Gagnon

Date de diffusion : le 11 septembre 2024



Canada

Comment obtenir d'autres renseignements

Pour toute demande de renseignements au sujet de ce produit ou sur l'ensemble des données et des services de Statistique Canada, visiter notre site Web à www.statcan.gc.ca.

Vous pouvez également communiquer avec nous par :

Courriel à infostats@statcan.gc.ca

Téléphone entre 8 h 30 et 16 h 30 du lundi au vendredi aux numéros suivants :

- | | |
|---|----------------|
| • Service de renseignements statistiques | 1-800-263-1136 |
| • Service national d'appareils de télécommunications pour les malentendants | 1-800-363-7629 |
| • Télécopieur | 1-514-283-9350 |

Normes de service à la clientèle

Statistique Canada s'engage à fournir à ses clients des services rapides, fiables et courtois. À cet égard, notre organisme s'est doté de normes de service à la clientèle que les employés observent. Pour obtenir une copie de ces normes de service, veuillez communiquer avec Statistique Canada au numéro sans frais 1-800-263-1136. Les normes de service sont aussi publiées sur le site www.statcan.gc.ca sous « Contactez-nous » > « [Normes de service à la clientèle](#) ».

Note de reconnaissance

Le succès du système statistique du Canada repose sur un partenariat bien établi entre Statistique Canada et la population du Canada, les entreprises, les administrations et les autres organismes. Sans cette collaboration et cette bonne volonté, il serait impossible de produire des statistiques exactes et actuelles.

Publication autorisée par le ministre responsable de Statistique Canada

© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le ministre de l'Industrie, 2024

Tous droits réservés. L'utilisation de la présente publication est assujettie aux modalités de l'[entente de licence ouverte](#) de Statistique Canada.

Une [version HTML](#) est aussi disponible.

This publication is also available in English.

Indicateurs de rendement de l'écosystème d'innovation : analyse documentaire

par

Manassé Drabo

Division de l'analyse économique, Statistique Canada

Rim Chatti et Dominique Gagnon

Division de l'organisation et des finances de l'industrie

11-633-X N°. 052

2024003

ISSN 2371-3437

ISBN 978-0-660-73269-5

Le 11 septembre, 2024

Études analytiques : méthodes et références

Les documents de cette série traitent des méthodes utilisées pour produire des données qui seront employées pour effectuer des études analytiques à Statistique Canada sur l'économie, la santé et la société. Ils ont pour but de renseigner les lecteurs sur les méthodes statistiques, les normes et les définitions utilisées pour élaborer des bases de données à des fins de recherche. Tous les documents de la série ont fait l'objet d'un examen par les pairs et d'une révision institutionnelle, afin de veiller à ce qu'ils soient conformes au mandat de Statistique Canada et qu'ils respectent les normes généralement reconnues régissant les bonnes pratiques professionnelles.

Les documents peuvent être téléchargés gratuitement de www.statcan.gc.ca.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier Danny Leung, Amélie Lafrance-Cooke, Ryan Kelly, Meade Conor et Catherine Beaudry pour leurs précieux commentaires et suggestions.

Table des matières

Résumé	5
1 Introduction	6
2 Examen relatif aux indicateurs de rendement de l'écosystème d'innovation	7
2.1 Intrants et extrants de l'innovation.....	7
2.2 Écosystème de l'innovation de grappes	10
2.3 Écosystèmes d'innovation régionaux	13
2.4 Rendement de l'écosystème d'innovation du pays.....	15
3 Cadre de mesure du rendement de l'écosystème d'innovation	18
3.1 Capital humain et recherche	21
3.2 Infrastructure et établissements	22
3.3 Couplages en matière d'innovation	23
3.4 Dynamique des entreprises	23
3.5 Finances et soutien.....	25
3.6 Extrants de connaissances	26
3.7 Emploi.....	27
3.8 Production	27
4 Discussion et conclusion	28
4.1 Méthodologie du cadre d'innovation.....	28
4.2 Analyse d'un rendement d'écosystème.....	29
Annexe A	33
Annexe B	34
Annexe C	35
Bibliographie	36

Résumé

Le concept d'écosystèmes d'innovation suscite dernièrement un intérêt croissant parmi les chercheurs, les praticiens et les décideurs. Le présent article utilise une approche d'analyse documentaire systématique en s'appuyant sur des études rassemblant les connaissances les plus récentes sur les indicateurs de rendement de l'écosystème d'innovation. Selon les indicateurs définis dans ces études, le présent document établit un cadre intégré aux fins d'analyse du rendement d'écosystèmes d'innovation en fonction de leurs intrants et de leurs extrants. Les résultats de la présente étude permettent aux chercheurs d'observer les acteurs, les activités et les produits qui soutiennent le développement de l'écosystème, y compris le capital humain, la recherche et le développement, les institutions, l'infrastructure, l'environnement opérationnel, le soutien financier, les couplages de produits et d'innovations, l'emploi et la production.

1 Introduction

Au moment où les pays ont réalisé des progrès importants en matière d'amélioration de leurs cadres macroéconomiques et institutionnels, l'attention se tourne désormais vers d'autres moteurs de la productivité; la technologie et l'innovation deviennent des éléments fondamentaux du processus global de développement. L'un des facteurs de la hausse de la prospérité et de l'efficacité économique est la mesure dans laquelle une économie peut adopter des technologies existantes ou développer de nouvelles technologies pour améliorer la productivité de ses industries (voir, p. ex. Acs et Armington, 2004).

Le concept d'écosystème d'innovation a largement fait l'objet de discussions dans les domaines de la stratégie, de l'innovation et de l'entrepreneuriat, ainsi que parmi les chercheurs; la documentation est en pleine croissance dans ce domaine (voir, p. ex. Gomes et coll., 2018). Les chercheurs ont élaboré une série de définitions liées aux écosystèmes d'innovation, mais une définition commune consisterait à les considérer comme un ensemble dynamique d'acteurs (entreprises, universités, inventeurs, etc.), d'activités et de ressources, en évolution grâce à des institutions et des relations, qui sont importants pour le rendement de l'innovation d'une région ou d'un pays (voir, p. ex. Granstrand et Holgersson, 2020).

La présente étude explore certains des indicateurs conceptuels utilisés pour mesurer le rendement d'écosystèmes d'innovation. L'objectif de cet examen est de dresser la liste des indicateurs les plus utilisés dans la documentation portant sur les écosystèmes d'innovation. Ainsi, le cadre commun ne suggère pas l'élaboration de nouveaux indicateurs ou la sélection de ceux-ci; il décrit plutôt les indicateurs les plus largement utilisés. Ces indicateurs sont fondés sur des statistiques de grande qualité et des principes d'analyse solides et mesurables. Toutefois, cette analyse documentaire tient compte du fait que le choix des indicateurs, selon leur utilisation dans la documentation, peut être influencé par la période de publication des articles ou la portée (macroéconomique ou microéconomique) de ces articles.

Cette analyse documentaire sur les écosystèmes d'innovation a été commandée par Statistique Canada en vue de donner suite aux constatations de l'Initiative sur les lacunes statistiques en science, technologie et innovation (STI) et de répondre aux besoins en données des intervenants en élaborant un cadre de mesure intégré plus large visant à établir le profil et la cartographie des écosystèmes d'innovation au Canada (Statistique Canada, 2021). Les administrations publiques ont progressivement cherché à adopter le concept d'écosystèmes d'innovation comme outil en vue de promouvoir la compétitivité, l'innovation et la croissance nationales et régionales¹; par exemple, le Conseil national de recherches (CNR) du Canada a également lancé quelques initiatives depuis le début des années 2000 pour soutenir la croissance d'entreprises novatrices regroupées autour des instituts de recherche du CNR dans différentes régions du Canada. En 2017, le gouvernement canadien a envisagé de prendre des mesures liées à ses Grappes d'innovation mondiales dans le budget, notamment en accélérant l'innovation grâce à une disposition de 950 millions de dollars sur cinq ans en vue de soutenir plusieurs innovations dirigées par des entreprises de supergrappes.

Ces initiatives s'attaquent au problème du piètre rendement du Canada à transformer ses excellentes recherches et technologies en innovations commercialisées (Beaudry et Solar-Pelletier, 2020). Le passage à une économie numérique au Canada depuis la pandémie de COVID-19 a contribué à une hausse de l'adoption de technologies grâce à des services plus

1. Au Canada, par exemple, l'étude du Réseau de recherche sur les systèmes d'innovation (RRSI) de 2000 à 2005 (Wolfe et Gertler, 2004); la Stratégie d'innovation du Canada du début des années 2000, dont l'objectif était de créer au moins 10 grappes technologiques reconnues à l'échelle internationale d'ici 2010; le programme des écosystèmes d'innovation régionaux en 2018; et les recherches du Conference Board du Canada sur l'écosystème d'innovation nordique européen en 2022.

dynamiques, à forte intensité de TI et axés sur l'entrepreneuriat². Il est donc important de mesurer le rendement d'un écosystème d'innovation pour évaluer l'efficacité de la mise en œuvre de ces initiatives. L'analyse du rendement doit être effectuée sur une période donnée, afin que l'évolution du rendement au fil du temps puisse être observée et que les dépenses d'investissement en développement d'écosystèmes d'innovation puissent être ajustées. Il est également important de pouvoir comparer les écosystèmes d'innovation afin de créer une stratégie de développement précise.

Le présent article contribue de plusieurs façons à la documentation sur les écosystèmes d'innovation. Premièrement, il montre comment la littérature mesure le rendement des indicateurs de l'écosystème d'innovation en relevant certains articles pertinents, qui pourraient être utiles aux chercheurs souhaitant déterminer de telles mesures. Deuxièmement, le présent document propose un cadre normalisé et intégré pouvant être reproduit dans différents contextes, particulièrement au Canada. Le cadre commun comprend 8 catégories d'indicateurs et 38 variables. Le cadre suit généralement le Manuel d'Oslo, mais en diffère en tenant compte de toute la complexité d'un écosystème d'innovation et en ne limitant pas l'innovation au seul point de vue des entreprises (OCDE et Eurostat, 2018). Troisièmement, le présent document cible plusieurs possibilités de recherche fondées sur le cadre commun de mesure du rendement de l'écosystème d'innovation.

Voici la structure de la suite de cet article : la section 2 fait référence à une analyse documentaire détaillée des indicateurs de l'écosystème d'innovation. La section 3 présente le cadre commun de mesure du rendement de l'écosystème d'innovation. La section 4 présente un examen du cadre commun (avec un exemple synthétique), propose des possibilités de recherche approfondie et conclut l'étude.

2 Examen relatif aux indicateurs de rendement de l'écosystème d'innovation

Le concept d'écosystème d'innovation s'inspire de théories étudiant comment les personnes et les organisations interagissent et collaborent de façon formelle et informelle. Les fondements théoriques du concept couvrent les grappes d'industries, ainsi que les proximités géographiques, sociales et cognitives, qui ont toutes démontré un effet positif sur la propension d'une entreprise à innover. Un écosystème fonctionnant bien est nécessaire pour accroître l'efficacité des activités entrepreneuriales et novatrices, créer des emplois et établir les conditions propices à la prospérité économique (Teece, 2007). Par conséquent, il est important de maintenir et d'élargir les répercussions de l'écosystème; ce qui exige de cartographier et de créer des paramètres pour quantifier et cerner les lacunes en matière de rendement et possiblement corriger les blocages potentiels (Adner, 2006).

2.1 Intrants et extrants de l'innovation

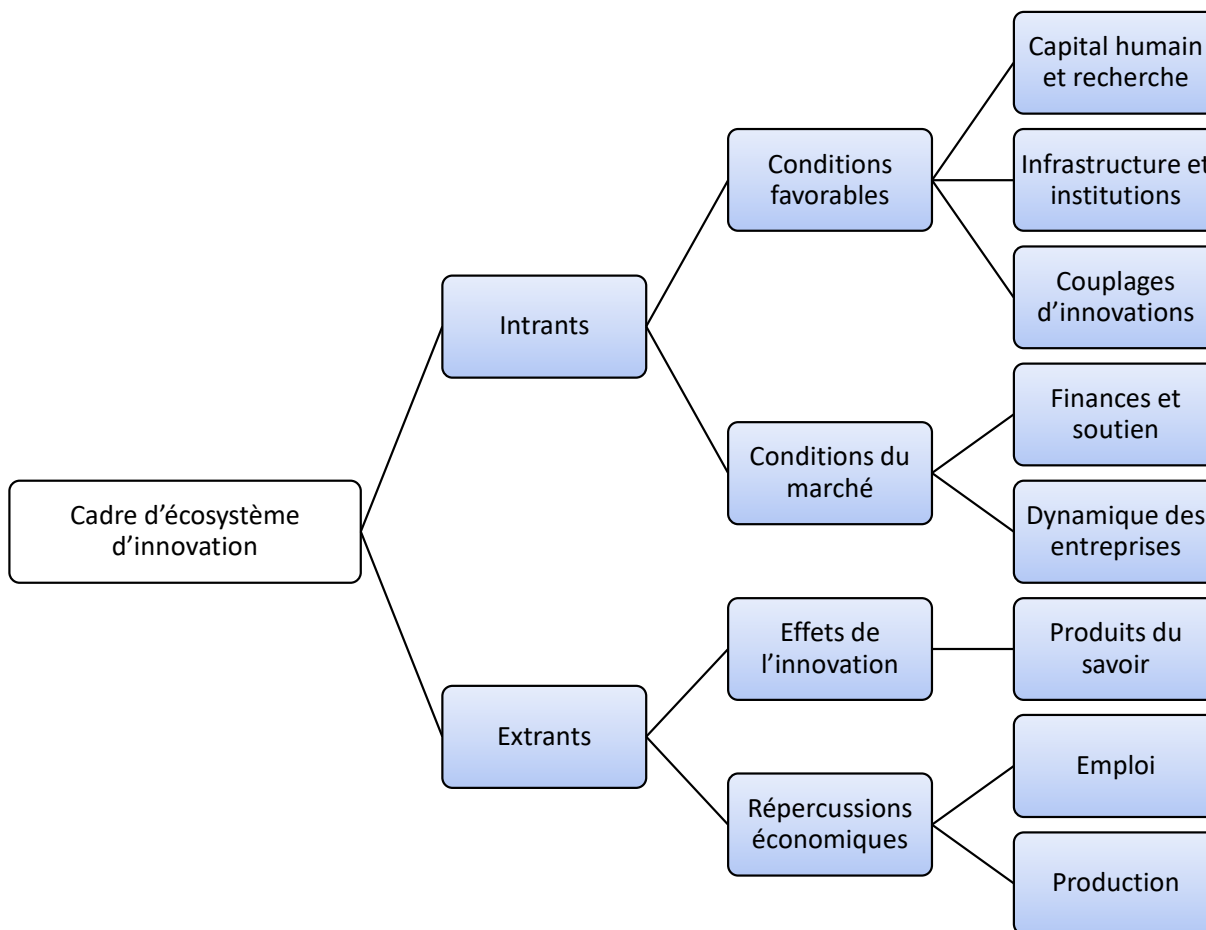
Le présent examen propose un cadre commun, illustré à la figure 1, que le lecteur peut utiliser pour comparer et analyser les différents documents étudiés dans les sections suivantes. Ces documents ont analysé les écosystèmes d'innovation en grappes, supergrappes, petites et grandes régions et pays. La figure permet aux lecteurs d'examiner l'évolution des cadres proposés dans la documentation sur les indicateurs d'innovation, ainsi que leurs caractéristiques et particularités communes. Ces cadres sont élaborés à l'aide d'indicateurs reposant sur des statistiques fiables et des méthodes d'analyse rigoureuses, afin qu'ils soient mesurables et

2. De nombreuses entreprises au Canada ont plus que doublé leur financement de l'innovation depuis 2019 (Silcoff et coll., 2021).

comparables à différentes échelles géographiques et au fil du temps. La plupart de ces indicateurs aident à stimuler les débats sur les politiques et à mettre en évidence de nouvelles dynamiques; c'est pourquoi ils sont principalement élaborés par des chercheurs d'organismes gouvernementaux.

La documentation sur le rendement d'écosystèmes d'innovation propose des indicateurs pouvant être adaptés à une structure d'intrants-extrants. La structure d'intrants-extrants est fondée sur l'idée que le rendement d'un écosystème d'innovation dépend de son importance sur le plan de l'emploi et de la production et est modérée par des conditions favorables et des investissements significatifs. Les intrants sont les conditions qui favorisent la création d'innovation; les extrants sont les résultats directs et les améliorations économiques indirectes découlant de l'innovation.

Figure 1 Cadre commun d'écosystème d'innovation



Source : Calculs des auteurs.

Les intrants liés à l'innovation sont divisés en deux groupes. Le premier groupe comprend les conditions favorables, comme le capital humain, la recherche et le développement (R-D), l'infrastructure, les institutions et les couplages d'innovations. Le capital humain détermine la mesure dans laquelle la main-d'œuvre d'un pays peut participer à des activités novatrices. Des niveaux plus élevés de capital humain sont associés à des niveaux plus élevés d'innovation et à une diffusion plus rapide de la technologie (Heunks, 1998; Hadjimanolis, 2000; Barker et Mueller, 2002; Romijn et Albaladejo, 2002; Crescenzi, 2005; Arvanitis et Stucki, 2012). Sen (1999) décrit l'éducation comme une ressource pour une participation plus efficace à la vie économique et politique de la nation. Cela peut comprendre des améliorations en matière d'éducation et de

formation; ce qui crée un bassin de travailleurs qualifiés pouvant assimiler et améliorer les technologies importées ou les adapter aux conditions locales.

L'économie mondiale est devenue plus sophistiquée; il est maintenant évident que pour être concurrentiel, il est essentiel d'améliorer les dotations en capital humain et les capacités de recherche de la main-d'œuvre; dont les membres doivent avoir accès à de nouvelles connaissances et être continuellement formés aux nouveaux processus et à l'utilisation des technologies les plus récentes. La question de l'intégration d'un pays et de son secteur privé dans l'économie mondiale est également devenue de plus en plus importante au cours de la dernière décennie, en particulier dans les discussions sur les interactions entre les acteurs de la R-D.

Dans une économie régionale et mondiale de plus en plus interdépendante, le fait de mettre davantage l'accent sur les liens étroits entre les universitaires, les entrepreneurs et les innovateurs étrangers améliore les perspectives de croissance grâce à l'efficacité et à la productivité accrues (Niosi et Bas, 2001; Santoro et Gopalakrishnan, 2001; Feller et coll., 2002; Busom et Fernández-Ribas, 2008; Eom et Lee, 2010; Soetanto et Jack, 2011; Arvanitis et Stucki, 2012). Une plus grande intégration à l'économie sert également de canal important pour absorber les progrès technologiques, y compris ceux provenant de l'étranger, comme l'amélioration de pratiques de gestion et les effets positifs sur le développement du capital humain.

Porter (1990, 1998) fournit des renseignements utiles dans son analyse du rôle de l'éducation dans la réalisation complète du système productif d'une économie. Il souligne l'importance d'une étroite collaboration entre les établissements d'enseignement et les employeurs potentiels, alors que les universités et d'autres établissements d'enseignement supérieur sont appelés à s'adapter aux besoins changeants de l'industrie. Un système de R-D efficace est donc essentiel au transfert des connaissances et au développement d'innovations (voir Jaffe, 1989; Audretsch et Feldman, 1996; Cohen et coll., 2002; Keller, 2002; Bottazzi et Peri, 2002; Bode, 2004; Döring et Schnellenbach, 2006; Woodward et coll., 2006; Drucker et Goldstein, 2007; Kirchhoff et coll., 2007).

La stabilité de l'environnement institutionnel et la qualité des infrastructures sont considérées comme essentielles au développement du secteur privé. Une bonne réglementation des institutions signifie généralement une bonne gestion publique et, inévitablement, moins de ressources gaspillées, dont les surplus pourraient contribuer plus directement à l'amélioration de la productivité et de la croissance. Une infrastructure de grande qualité, en particulier celle relative aux machines et au matériel, qui intègre de nouvelles technologies comme les actifs des technologies de l'information et des communications (TIC), est essentielle pour stimuler l'innovation et améliorer les compétences des employés; contribuant ainsi à la productivité et à la compétitivité des entreprises (Porter, 1990, 1998; Arthurs et coll., 2009).

Le deuxième groupe d'intrants de l'innovation est celui des conditions du marché, qui comprend la dynamique des entreprises, ainsi que les finances et le soutien. Les entreprises élaborent et mettent en œuvre de nouveaux processus qui améliorent la productivité et la compétitivité en transformant les idées et les inventions en de nouveaux biens et services qui alimentent les marchés (Porter, 1990). Cela crée des emplois de grande valeur et contribue à l'accroissement de la richesse nationale qui peut soutenir les investissements publics dans l'éducation, la santé, l'infrastructure et les programmes sociaux. L'innovation joue un rôle clé dans la compétitivité des entreprises au sein de l'économie mondiale moderne. Avec les connaissances et les compétences pertinentes, les entrepreneurs peuvent mieux assimiler les technologies de pointe et l'évolution de pratiques opérationnelles; ce qui les rend plus susceptibles de choisir des stratégies d'affaires axées sur l'innovation qui stimulent leur compétitivité.

Les entreprises bénéficient d'une variété de talents en recherche et d'un soutien financier pour concevoir et créer de nouvelles connaissances, de nouveaux produits, de nouveaux processus

et d'autres activités d'innovation et pour utiliser efficacement les TIC afin d'améliorer la productivité. Même si la décision de mettre en œuvre une stratégie d'affaires axée sur l'innovation revient aux entreprises, les gouvernements et les organismes de recherche jouent un rôle important dans le soutien à l'innovation des entreprises en fournissant des ressources financières, directement et indirectement. Ce soutien offre aux entreprises un environnement d'accès fiable aux talents, aux connaissances et au capital pour appuyer les activités de développement d'idées et de commercialisation (voir Cheshire et Magrini, 2000; Salter et Martin, 2001; Warda, 2001; Bilbao-Osorio et Rodriguez-Pose, 2004; Wolfe et Gertler, 2004; Rodríguez-Pose et Crescenzi, 2008).

Les extrants de l'innovation sont également divisés en deux groupes. Le premier groupe porte sur les répercussions de l'innovation, qui comprennent les produits du savoir. Les produits du savoir sont les effets observés des innovations. Certaines innovations, comme les innovations de produits, peuvent avoir une influence directe sur les marchés, tandis que d'autres innovations, comme les innovations de processus, améliorent la qualité ou la commercialisation des services; ce qui améliore la visibilité ou la réputation de ces services (OCDE et Eurostat, 2018).

Le deuxième groupe de produits de l'innovation est celui des répercussions économiques, qui comprennent l'emploi et la production. Les investissements des entreprises en innovation sont récompensés lorsqu'ils se traduisent par une augmentation de la productivité, une plus grande capacité de production, des salaires et de l'emploi, ainsi qu'une augmentation de la part de marché d'exportation dans les industries à forte intensité de R-D. Ainsi, les entreprises qui investissent dans l'innovation sont plus rentables et contribuent à la croissance de l'économie locale. L'innovation est largement considérée comme un moteur de productivité, qui à son tour est essentiel à la hausse des salaires, à la rentabilité pour les investisseurs et au bien-être économique à long terme (Bednarzik, 2000; Kolko, 2000; Acs et Armington, 2004; Hecker, 2005; Cukier et coll., 2016).

Dans les sections suivantes, l'examen présente des études sur les indicateurs de l'écosystème d'innovation analysant leur rendement du niveau le plus fin (grappe) au niveau le plus vaste (pays). Voir Annexe tableau A.1 qui présente un aperçu de ces études.

2.2 Écosystème de l'innovation de grappes

Les entreprises acquièrent un avantage concurrentiel non seulement grâce à leurs propres capacités, mais aussi grâce aux ressources et aux capacités situées dans l'environnement opérationnel géographiquement proche de l'entreprise. Certaines recherches empiriques ont montré que le groupage en grappes peut avoir des effets positifs importants sur la productivité, l'innovation, la rentabilité, la croissance et la résilience des entreprises (Beaudry et Breschi, 2003; Duranton et Puga, 2004; Boschma, 2005; Gordon et McCann, 2005; Martin et coll., 2011; Combes et Gobillon, 2015; Delgado et Porter, 2017). Une grappe industrielle désigne un groupe d'entreprises et d'organisations d'un secteur situées ensemble sur le plan géographique, interreliées, et ayant des éléments communs et complémentaires (Porter, 1990). Cette définition des grappes prépare le terrain pour le cadre de l'écosystème d'innovation utilisé dans la présente analyse (Granstrand et Holgersson, 2020).

Le premier cadre analysé est celui d'Arthurs et coll. (2009), qui proposent un cadre de grappes simple composé de 34 variables. Ils analysent les répercussions de ce cadre sur l'état actuel de huit initiatives de grappes du CNR en explorant certains des problèmes conceptuels et des défis

méthodologiques rencontrés dans l'analyse des grappes soutenues par le CNR³. Le CNR a lancé plusieurs initiatives pour soutenir la croissance d'entreprises novatrices regroupées autour de leurs instituts de recherche dans différentes régions du Canada.

Une grande partie du travail d'analyse et d'élaboration de politiques sur les grappes s'est appuyé sur un ensemble diversifié de mesures quantitatives opérant à des échelles conceptuelles et spatiales très différentes. Les auteurs expliquent que les statistiques sur les STI et les indices dérivés sont inadéquats pour saisir les structures de base et les relations essentielles à la compréhension de l'état et du rendement d'une grappe. En effet, ces statistiques ne tiennent pas compte des domaines technologiques émergents, des connaissances tacites et des liens avec le marché. Elles ne sont parfois pas disponibles au niveau de désagrégation géographique requis pour les petites grappes en raison de restrictions relatives à la protection de la vie privée. Par conséquent, leur méthodologie pour l'analyse en grappes repose principalement sur des interviews et des enquêtes auprès d'entreprises et d'innovateurs, car ces méthodes fournissent des renseignements riches sur le rendement de grappes individuelles.

Leur cadre s'appuie sur des travaux antérieurs (Porter, 1990, 1998) et intègre les conclusions du Réseau de recherche sur les systèmes d'innovation concernant les grappes dans le contexte canadien (Wolfe et Gertler, 2004). Les intrants en matière d'innovation tiennent compte des conditions favorables et des investissements des entreprises pour développer leurs capacités d'innovation. Les auteurs tiennent compte des conditions d'environnement de la grappe qui influencent son rendement, comme l'accès à un capital humain qualifié, l'infrastructure actuelle, y compris la qualité du transport, et la réglementation façonnant le climat des affaires. Les investissements d'entreprises comprennent le soutien provenant d'organisations (comme le CNR et les politiques gouvernementales), de clients et de concurrents en matière le développement de l'écosystème d'innovation (ici la grappe). Les auteurs soulignent également l'importance des interactions au sein de la grappe en termes d'activité d'innovation et ajoutent une dimension internationale à cette interaction.

En ce qui concerne les mesures des extrants caractérisant le rendement des grappes, les auteurs évaluent l'emploi des grappes en fonction du nombre, de la taille et de la structure des entreprises en ajoutant des entreprises dérivées. Ils tiennent compte des exportations des entreprises et de leur croissance sur le plan de la production. Ils complètent leur cadre avec une mesure du dynamisme des grappes en termes de produits directs d'innovation et de dépenses de R-D⁴.

L'une des caractéristiques de ce cadre, comparativement à d'autres, est qu'il considère les écosystèmes d'innovation comme un système en évolution dynamique dont les cycles de vie peuvent être latents, en développement, établis ou transformationnels. Les besoins et les interactions des acteurs des grappes diffèrent selon le stade de développement de la grappe, et les politiques de grappes doivent évoluer en conséquence, selon les auteurs. De plus, comparativement au cadre commun du présent document, ils ne tiennent pas compte des investissements en R-D importants pour garantir une capacité d'innovation efficace pour l'écosystème. Ils ne considèrent pas non plus les actifs des TIC comme une infrastructure utile pour l'innovation qui peut aider les entreprises et les acteurs de l'écosystème à générer des idées, à être productifs et à créer de l'innovation. Bien que leur ensemble d'indicateurs soit relativement simple à comprendre, ces indicateurs sont fondés sur des opinions, ne génèrent généralement pas de résultats quantitatifs et nécessitent beaucoup de ressources. De plus, les auteurs

3. Les huit initiatives de grappes du CNR sont les piles à combustible et les technologies de l'hydrogène, la nanotechnologie, les aliments fonctionnels et produits nutraceutiques, l'infrastructure durable, les technologies biomédicales, les technologies de la photonique, les technologies de l'aluminium, les sciences nutritionnelles et la santé.

4. Les dépenses de R-D sont classées dans la catégorie du financement et du soutien, afin de rendre plus cohérent le cadre commun des études.

n'expliquent pas précisément comment construire bon nombre de leurs variables; ce qui rend la réplication difficile.

Le prochain cadre analysé est celui de Beaudry et Solar-Pelletier (2020), qui met l'accent sur les supergrappes. Les supergrappes sont beaucoup plus proches du concept d'écosystèmes d'innovation, car elles sont généralement davantage axées sur la technologie.

Au-delà de la proximité géographique d'entreprises interconnectées au sein d'un secteur, la supergrappe tient compte de la densité d'un réseau de connaissances d'acteurs autour d'une technologie de base et de la capacité de collaborer avec les clients, les fournisseurs et les universités. Le cadre des auteurs, issu d'Innovation, Sciences et Développement économique Canada, met l'accent sur les technologies perturbatrices, comme l'analyse des mégadonnées, l'intelligence artificielle, les matériaux de pointe, la fabrication additive et la chaîne de blocs. Cet intérêt est également motivé par le programme des Grappes d'innovation mondiales du gouvernement canadien visant à résoudre le paradoxe de l'innovation au Canada, qui souligne la difficulté de traduire le rendement scientifique et technologique en solutions efficaces et en succès commerciaux. Les partenaires de supergrappe peuvent aider à renforcer les écosystèmes d'innovation régionaux, à améliorer la croissance et la compétitivité des entreprises participantes et à optimiser les avantages économiques (y compris les emplois bien rémunérés et la prospérité pour le Canada), grâce à l'adoption de technologies nouvelles et potentiellement perturbatrices au sein d'écosystèmes d'innovation (ISDE, 2024).

Par conséquent, selon les auteurs, le cadre stratégique de l'innovation du Canada doit être repensé pour s'adapter à de nouvelles façons d'organiser et de régir l'innovation. Le cadre proposé comprend 15 variables. Ce cadre ne comprend que deux intrants d'innovation, à savoir les dépenses de R-D de l'entreprise, pour mesurer son engagement en matière d'innovation. Toutefois, il comprend plusieurs mesures du produit de l'innovation, car l'objectif de l'étude était de mettre l'accent sur des mesures directes de l'innovation afin de comparer différentes supergrappes. Les auteurs évaluent les intrants en matière d'innovation en fonction du nombre de projets de collaboration ou d'acteurs professionnels collaborant dans le cadre d'un même projet, entre des organismes privés, universitaires et publics. Ils mesurent également les investissements des entreprises en R-D. Les auteurs proposent de mesurer les extrants de l'innovation en fonction de la capacité des entreprises à produire des couplages d'innovations efficaces, à constituer les meilleures équipes et à mobiliser l'ensemble pertinent de ressources favorable à l'innovation. Deuxièmement, ils considèrent une mesure des produits du savoir comme le nombre de nouveaux produits ou processus.

De plus, les auteurs incluent dans leur cadre les mesures de l'emploi et de la production de leur écosystème d'innovation. D'une part, ils examinent la croissance de l'écosystème en ce qui concerne les emplois et les entreprises créées, ainsi que les entreprises à forte croissance qui contribuent à plus de 50 % des nouveaux emplois et des ventes dans des secteurs donnés. D'autre part, ils mesurent la production de l'écosystème par sa capacité à créer de la richesse et à accroître la croissance économique et la compétitivité grâce à une augmentation des exportations, de la productivité et du produit intérieur brut (PIB).

Comme cela a été mentionné précédemment, les conditions propices à l'innovation ne sont pas définies dans ce cadre comparativement au cadre commun de la présente étude. Les auteurs sont limités au seul investissement des entreprises en R-D; ce qui n'est pas suffisant pour comprendre l'environnement nécessaire à la création d'innovation dans les écosystèmes. Les auteurs reconnaissent que ce cadre ne tient pas compte du capital humain consacré à la R-D ou aux tâches liées à la commercialisation, ni de la mobilité de la main-d'œuvre dans le processus d'innovation. Ils reconnaissent également les difficultés que présentent leurs indicateurs pour mesurer l'adoption réussie de technologies susceptible de se produire grâce à des relations informelles et au partage de connaissances tacites.

2.3 Écosystèmes d'innovation régionaux

Les indicateurs des cadres précédents sont mesurés soit au niveau de l'entreprise, pour évaluer le rendement des entreprises au sein des grappes par rapport aux entreprises plus isolées, soit au niveau de la grappe, pour examiner le rendement global des organisations qui forment une grappe. Toutefois, il est avantageux que les deux niveaux soient examinés ensemble pour évaluer la mesure dans laquelle leur accord est avantageux pour l'entreprise et son environnement. C'est ce que permet le cadre d'écosystème régional, en favorisant une coordination cohérente et efficace de l'innovation pouvant avoir lieu à l'échelle infranationale (p. ex. à l'échelle provinciale, régionale ou municipale). Il permet ainsi une autre structure de couplages et de relations au-delà des grappes délimitées géographiquement.

Cukier et coll. (2016) cartographient l'écosystème d'innovation dans l'est de l'Ontario afin de mieux comprendre l'étendue des services d'innovation pouvant contribuer à créer un avantage concurrentiel pour attirer des entreprises et des investisseurs et aider à stimuler le milieu des affaires. Leur cadre, appelé Tableau de bord de l'écosystème d'innovation, s'appuie sur un examen exhaustif des documents, une analyse complète des données et des discussions avec les intervenants clés afin de mieux comprendre les moteurs de l'écosystème, en mettant particulièrement l'accent sur la dynamique de l'innovation dans les petites collectivités⁵. Étant donné que les auteurs s'intéressent aux écosystèmes d'innovation dans les petites régions, ils n'examinent pas les couplages d'innovations ainsi que le soutien et le financement fournis dans ces régions, qui sont en moyenne généralement plus faibles. Ils visent davantage à fournir un plus vaste éventail d'indicateurs pouvant décrire des aspects plus importants du capital humain, de la dynamique économique, de la productivité, de l'emploi et du bien-être économique que dans les cadres précédents.

Ils établissent leur cadre selon une analyse inspirée de celui de l'Economic Development Administration des États-Unis fondé sur des données relatives aux affaires et au développement économique, y compris l'offre et la demande d'emplois (U.S. Economic Development Administration, 2010). Cette approche leur a permis d'établir un répertoire des principaux intervenants et intermédiaires de l'écosystème, y compris les investisseurs, les grands employeurs, les incubateurs, les fournisseurs de services aux entreprises et les organismes gouvernementaux. Ils utilisent également une évaluation de modèles et de méthodes d'innovation, comme le Global Entrepreneurship Monitor pour comprendre les conditions soutenant l'entrepreneuriat et les résultats en matière d'innovation, comme la disponibilité de financement, les politiques et programmes gouvernementaux, l'éducation, le transfert de R-D, les infrastructures commerciales et physiques, ainsi que les normes culturelles et sociales. Enfin, les auteurs complètent leur étude par des consultations avec des intervenants clés, afin de comprendre les composantes de l'écosystème ainsi que leur évaluation des programmes et des besoins actuels.

Ils ont élaboré un cadre comprenant 22 variables. Ce cadre propose un ensemble diversifié de variables visant à mesurer les intrants et les extrants de l'innovation. Les catégories les plus vastes sont les suivantes : 1) le capital humain, qui examine les caractéristiques de la population régionale et de la main-d'œuvre (niveau de scolarité élevé, jeunes adultes, professions et emplois liés à l'innovation); 2) la dynamique économique, qui tient compte de la situation des entreprises à l'échelle locale (taille des établissements existants, roulement des établissements); et 3) l'emploi et la production, qui évaluent la croissance économique, l'attractivité régionale et le bien-

5. Pour les auteurs, il est particulièrement intéressant d'étudier les petites collectivités, car, même dans ces domaines où le niveau des intrants peut être inférieur, il est toujours possible d'améliorer le rendement en étant plus stratégique, mieux connecté, plus efficace ou plus créatif quant à l'utilisation des ressources.

être économique (emploi de haute technologie, population et croissance de la richesse, revenus des travailleurs et des propriétaires, etc.).

Toutefois, comparativement au cadre commun de la présente étude, ce cadre n'élabore pas (ou très peu) d'indicateurs pour mesurer les actifs de recherche au sein du capital humain ou des actifs des TIC au sein de l'infrastructure soutenant les activités d'innovation. Il ne permet pas non plus d'élaborer des mesures directes de l'innovation ni de déterminer les ressources et les fonds mis à la disposition des entrepreneurs et des entreprises pour innover.

Le cadre utilisé par Cukier et les coauteurs pour l'Economic Development Administration des États-Unis a été mis à jour avec une version plus complète. Cette version est présentée par Slaper et coll. (2016), du Centre de recherche sur les entreprises de l'Indiana, qui propose un ensemble de près de 70 variables pouvant aider les dirigeants régionaux à atteindre un consensus solide sur l'orientation stratégique régionale aux États-Unis. Le choix des variables s'est fondé sur une vaste couverture de la documentation empirique et théorique. Puisqu'il s'agit d'une définition plus régionale du terme « écosystème d'innovation », elle englobe une dimension plus vaste du concept de réseau, avec des sites d'innovation, des incubateurs, des partenariats de recherche universités-entreprises, des réseaux de capital d'investissement et des programmes pertinents de perfectionnement de la main-d'œuvre.

Les indicateurs proposés sont plus complets pour chacune des sous-catégories. Le cadre proposé par les auteurs a également recours à des catégories fondées sur les intrants et les extrants en matière d'innovation pour mesurer la capacité d'innovation et le potentiel de production. Les intrants comprennent le capital humain et la création de connaissances, qui indiquent la mesure dans laquelle la population d'une région peut participer à des activités novatrices. Ils comprennent également la dynamique des affaires, composée d'une mesure de la dynamique des entreprises évaluant la compétitivité d'une région en suivant l'entrée et la sortie d'entreprises individuelles, et une mesure du profil des entreprises évaluant la situation des entreprises locales et les ressources à la disposition des entrepreneurs et des entreprises.

Les extrants sont divisés en deux catégories : l'indice de l'emploi et de la productivité décrivant la croissance économique, l'attrait régional ou les résultats directs de l'activité novatrice, et l'indice du bien-être économique qui explore le niveau de vie et d'autres résultats économiques. Comparativement à Cukier et coll. (2016), les auteurs ajoutent une mesure de la situation des entreprises locales et des ressources mises à la disposition des entrepreneurs et des entreprises. De plus, ils ajoutent un contexte d'État et un indice de capital social. Le premier élément relève le soutien financier et les dynamiques opérationnelles utiles qui aident à comprendre l'environnement novateur. Le deuxième élément cible les avantages régionaux des réseaux de collaboration qui sous-tendent la capacité d'une collectivité à relever ses défis. Ces deux ajouts demeurent facultatifs, car la théorie sous-jacente est toujours en cours d'élaboration et les données ne sont pas disponibles à des échelles spatiales fines, en particulier les données sur le capital social. Par conséquent, dans l'article, seules les variables du premier ensemble du contexte de l'État ont été incluses.

Les variables qui mesurent le niveau actuel de capital humain, l'investissement en innovation et le rendement des activités d'innovation en matière d'emploi et de production sont plus variées et tiennent compte de plus d'aspects que le cadre précédent. Toutefois, comparativement au cadre commun de la présente étude, les auteurs ne tiennent pas compte des couplages d'innovations, mais en discutent brièvement dans l'indice du capital social.

2.4 Rendement de l'écosystème d'innovation du pays

Cette section analyse les cadres proposés sur le rendement des écosystèmes d'innovation au niveau des pays. Elle met davantage l'accent sur le rôle joué par les administrations publiques, l'infrastructure, le cadre institutionnel et la coopération internationale pour améliorer la production d'innovation locale. Ces études appuient donc les investissements visant à créer une échelle et une capacité concurrentielles à l'échelle mondiale dans les principaux domaines de force et de possibilités, ainsi qu'une intégration harmonieuse des organisations, des activités et des mécanismes de financement dans l'ensemble de l'écosystème d'innovation.

Cannon et coll. (2015) proposent un cadre analytique provenant du Conseil des sciences, de la technologie et de l'innovation, qui examine 28 indicateurs mesurant le rendement des écosystèmes d'innovation au Canada. Ils présentent un cadre d'écosystème d'innovation au sein duquel le gouvernement joue un rôle central. Le cadre propose d'accroître les investissements gouvernementaux au moyen de programmes de soutien à l'innovation visant à encourager la collaboration dans l'ensemble de l'écosystème d'innovation. Les administrations publiques jouent un rôle important dans le soutien et l'encouragement de l'innovation au sein des entreprises. Elles devraient donc régulièrement fournir un soutien plus direct à la R-D des entreprises à haut risque et très rémunératrices, surtout dans les industries d'importance économique pour le Canada. Les établissements d'enseignement supérieur devraient également tirer parti des programmes gouvernementaux pour accroître leur capacité de recherche et d'innovation.

Par conséquent, les auteurs soulignent que le capital humain, les ressources en recherche et en entreprise, ainsi que le soutien à l'innovation et les finances, sont des intrants importants pour l'innovation. Ils insistent fortement sur les dépenses de R-D des entreprises plus étroitement liées à l'innovation en matière de produits et de processus. L'investissement supérieur en R-D doit s'accompagner d'un investissement supérieur dans d'autres actifs de connaissances, y compris les talents dans les secteurs des affaires, du génie, des sciences et de la santé.

Les auteurs évaluent le rendement des écosystèmes d'innovation sur le plan de la production d'innovation dans les grandes entreprises et dans les petites et moyennes entreprises (PME) à forte croissance ayant le potentiel de devenir des intervenants importants. Ils recommandent d'accroître le nombre de grandes entreprises novatrices, afin d'améliorer la compétitivité future et la croissance de l'emploi, car les grandes entreprises sont souvent plus productives et ont tendance à investir et à exporter davantage que les petites entreprises.

Toutefois, leur cadre tient peu compte des actifs de TIC dans l'infrastructure et les institutions et rend très peu compte des actifs de TIC et de la dynamique des entreprises nécessaire pour développer un capital d'innovation cohérent et efficace. De plus, en mettant l'accent sur les intrants d'innovation, les extrants de l'innovation ne sont pas bien élaborés, surtout en ce qui concerne les liens entre les innovations et leur effet sur l'emploi.

Dans leur cadre, à l'instar du cadre commun de la présente étude, Hollanders et Es-Sadki (2021) se concentrent sur les conditions capturant les moteurs clés du rendement en matière d'innovation dans 27 pays européens et font la distinction entre les ressources humaines, les systèmes de recherche attrayants et l'infrastructure sur le plan de la numérisation. Ils mettent également l'accent sur les investissements (qui saisissent les investissements dans les secteurs public et privé), en faisant la distinction entre le financement et le soutien, les investissements des entreprises et l'utilisation des TI.

Le présent article fait suite au Manuel d'Oslo, qui examine principalement l'innovation du point de vue de l'entreprise (OCDE et Eurostat, 2018). Malgré le rôle important des entreprises en matière d'innovation, les universités, les organisations non gouvernementales, les organismes à but non lucratif, les chercheurs autonomes et d'autres organisations sont également reconnus pour

contribuer au rendement d'un écosystème d'innovation. Le cadre commun reflète ce tableau complexe.

Les résultats en matière d'innovation sont mesurés par des activités d'innovation saisissant différents aspects de l'innovation dans le secteur des entreprises et faisant la distinction entre les innovateurs. Ils comprennent également les répercussions saisissant les effets des activités d'innovation des entreprises et font la distinction entre les répercussions sur l'emploi et les répercussions sur la production, comme les ventes et la durabilité de l'environnement. À l'aide de cet ensemble de variables, les auteurs classent le rendement en matière d'innovation des pays européens en chefs de file de l'innovation, solides innovateurs, innovateurs modérés et innovateurs émergents.

En plus de ces variables, une analyse contextuelle de l'incidence des différences structurelles entre les pays a été évaluée. Afin de mieux comprendre les différences de rendement entre les indicateurs d'innovation utilisés dans le principal cadre de mesure, un ensemble d'indicateurs contextuels a été ajouté. Ces indicateurs contextuels mesurent les différences dans le rendement et la structure de l'économie, les activités commerciales et l'entrepreneuriat, l'introduction de l'innovation, l'environnement institutionnel et juridique, le rendement en matière de lutte contre les changements climatiques et la démographie. Ces variables ont été ajoutées au cadre des auteurs, y compris celles qui permettent des comparaisons internationales; ce qui porte le nombre de variables à 51. Cela fournit aux auteurs un cadre dont les variables sont réparties de façon équilibrée entre les différentes catégories d'intrants et d'extrants d'innovation, leur permettant ainsi d'examiner un ensemble varié de concepts clés liés aux écosystèmes d'innovation.

L'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) (2017) a également proposé un cadre semblable au cadre commun de la présente étude, dans le but d'aider les gouvernements des pays de l'OCDE et d'autres pays (60 pays au total) à concevoir des politiques plus efficaces dans le domaine de la science, de l'innovation et de l'industrie dans une ère numérique en évolution rapide. Les indicateurs sélectionnés ont été élaborés pour s'appuyer sur des statistiques de grande qualité et des principes analytiques solides et être mesurables à l'échelle internationale, au fil du temps et en permettant l'amélioration. Ce cadre met l'accent sur l'incidence de la transformation numérique et des connaissances au sein des économies des pays développés dans le contexte de l'évolution rapide du paysage des technologies numériques d'aujourd'hui. Il propose un ensemble de plus de 80 indicateurs pour mesurer le rendement des écosystèmes d'innovation. Cet ensemble d'indicateurs est dérivé de travaux antérieurs d'universitaires, de l'OCDE, d'Eurostat et de la Banque mondiale.

Dans le contexte de l'innovation, la présente étude se concentre sur le capital humain en termes de connaissances, de talents et de compétences et examine les atouts en matière de connaissances que de nombreuses entreprises et administrations publiques considèrent comme des sources actuelles et futures de croissance durable à long terme. Les auteurs élaborent également des indicateurs permettant de mesurer l'excellence de la recherche et la collaboration, afin d'aider à orienter le débat sur les politiques au moyen d'une série de mesures relatives à la variété et à la nature des mécanismes de diffusion des connaissances à l'ère numérique. De plus, ils examinent l'innovation des entreprises en explorant le dynamisme du secteur des entreprises et les conditions-cadres essentielles à cette fin.

Contrairement à d'autres cadres, celui-ci ajoute le leadership et la compétitivité en incluant des indicateurs mesurant la façon dont les pays cherchent à renforcer leurs forces concurrentielles et la mesure dans laquelle les économies peuvent s'intégrer et se spécialiser le long des chaînes de valeur mondiales. Toutefois, ce cadre n'est pas suffisamment équilibré en ce qui concerne les variables des catégories d'intrants et d'extrants en matière d'innovation, comparativement au cadre précédent. L'étude met fortement l'accent sur les investissements favorisant l'innovation,

en particulier les actifs de TIC, et omet complètement les infrastructures corporelles et les institutions favorables à l'innovation, en particulier pour une étude nationale.

López-Claros et Mata (2010) ont élaboré un ensemble de 61 variables qui leur ont permis de construire l'indice de la capacité d'innovation, en vue d'évaluer la mesure dans laquelle les pays ont réussi à développer une capacité de lutte contre les changements climatiques respectueuse de l'innovation. Les auteurs combinent des indicateurs utilisés par diverses organisations internationales, dont le Centre commun de recherche de la Commission européenne, le Fonds monétaire international, l'OCDE, les Nations Unies et la Banque mondiale. Cela éclaire les décideurs et les entrepreneurs du monde entier (131 pays) quant à la vaste gamme de facteurs propres à un pays qui sous-tendent l'innovation.

Comme les cadres précédents, le cadre de ces auteurs présente des indicateurs pouvant être catégorisés en intrants et en extrants d'innovation. Les auteurs présentent les facteurs essentiels à la création d'un environnement propice à l'innovation et les types d'initiatives contribuant d'une façon ou d'une autre à stimuler la productivité et, par conséquent, la croissance économique.

En ce qui concerne les intrants d'innovation, les auteurs mettent l'accent sur l'environnement institutionnel favorisant l'innovation, notamment par une bonne gouvernance, une bonne évaluation des politiques du pays et un cadre réglementaire et juridique propice à l'entrepreneuriat. De plus, ils soulignent l'importance d'un bon niveau de capital humain, de formation et d'inclusion sociale. Des ressources humaines bien développées augmentent le potentiel d'innovation; ce qui à son tour accroît la capacité d'un pays à innover et à atteindre une croissance soutenue de la productivité. Enfin, les auteurs soulignent l'importance d'adopter et d'utiliser les TIC et d'investir dans la R-D. En ce qui concerne les extrants de l'innovation, l'accent est mis uniquement sur les mesures directes de l'innovation et des produits du savoir, comme les brevets et les marques de commerce.

Ce cadre est très bien informé en ce qui concerne les variables et les institutions d'infrastructure. Toutefois, comparativement au cadre commun de la présente étude, il ne mesure pas les conditions de l'entrepreneuriat qui garantissent une bonne capacité d'innovation. En outre, les auteurs omettent dans leur cadre les mesures des couplages d'emplois et d'innovations. De plus, certains facteurs sous-jacents (p. ex. déficit budgétaire, dépenses en éducation et intensité de R-D) sont difficiles à mesurer, nécessitant des enquêtes pour saisir les perceptions des entreprises ou de la société civile.

L'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle (OMPI) (2021) fournit un cadre, semblable au cadre commun de la présente étude, fondé sur de nouvelles données et analyses de l'état de l'innovation mondiale. Ce cadre permet aux lecteurs et aux décideurs de comparer le rendement des écosystèmes d'innovation de plus de 132 économies.

Par conséquent, ce cadre est conçu pour brosser le tableau le plus complet possible de l'innovation, l'indice comprenant environ 80 indicateurs, notamment des mesures de l'environnement politique, de l'éducation, de l'infrastructure et de la création de connaissances pour chaque économie. Il a l'avantage de s'appuyer sur des études empiriques examinant le choix des indicateurs comme intrants et extrants de l'innovation. C'est notamment le cas d'Araujo Reis et coll. (2021), qui examinent la relation entre les intrants et les extrants de l'innovation avec l'Indice mondial de l'innovation. Ils montrent que les intrants liés à l'innovation ont un effet significatif et positif sur les extrants liés à l'innovation dans les pays.

La traduction des investissements d'une économie dans l'innovation (sous la forme de la R-D, de l'éducation, de l'infrastructure et de solides institutions soutenant les activités novatrices) ne constitue pas une tâche facile selon le cadre de l'OMPI. Cette étude élabore un système d'innovation efficace qui équilibre la création de connaissances, l'exploration et l'investissement

(les intrants de l'innovation) avec la production d'idées et de technologies pour l'application, l'exploitation et les effets (les extrants de l'innovation).

L'étude de l'OMPI est unique en ce sens qu'elle a été élaborée et présentée pendant la pandémie de COVID-19; ce qui a été un déclencheur pour l'innovation dans des économies, y compris la fabrication et la mise en œuvre de vaccins, le télétravail et les services en ligne. Selon les auteurs de cette étude, les indicateurs clés les plus touchés par la pandémie sont la science, les produits d'innovation mondiaux, les publications scientifiques, les dépenses de R-D, les dépôts de brevets internationaux et les opérations de capital de risque.

3 Cadre de mesure du rendement de l'écosystème d'innovation

La présente section fournit de plus amples détails sur la composition du cadre commun proposé à la figure 1. Les différentes études examinées ci-dessus, qui couvrent des unités fines comme les grappes ainsi que de très grandes unités comme les pays, permettent de recueillir plus de 400 indicateurs de mesures du rendement de l'innovation, répartis entre les intrants et les extrants de l'innovation.

Après la combinaison d'indicateurs semblables en éliminant les doublons et les chevauchements, les indicateurs ont été classés en fonction de l'importance de l'incidence bibliométrique. Les neuf études présentées ci-dessus, ainsi que les sources utilisées dans ces études, sont prises en compte pour justifier le choix d'indicateurs. Les sources utilisées pour valider l'utilisation d'un indicateur sont des études empiriques ou théoriques ayant clairement démontré qu'un indicateur a un effet sur l'innovation (intrant de l'innovation) ou qu'un indicateur est touché par l'innovation (extrant de l'innovation). Les sources les plus pertinentes, citées au moins 100 fois dans la documentation, sont conservées⁶. Plus on cite un article de revue spécialisée, plus on peut dire qu'il a influencé des recherches scientifiques subséquentes. Cela donne 153 documents.

Les indicateurs sont ensuite classés en fonction de ces 153 documents, des moins utilisés aux plus utilisés. Les indicateurs comportant moins de 5 citations sont faiblement utilisés; les indicateurs comportant de 5 à 10 citations sont modérément utilisés; et les indicateurs comptant plus de 10 citations sont fortement utilisés. L'écart de quatre éléments est l'écart type et la moyenne de la répartition du nombre d'éléments par indicateur. Le nombre minimal d'articles cités par indicateur est de 1, et le nombre maximal d'articles cités par indicateur est de 20, pour un total de 97 indicateurs énumérés. De la série de 97 indicateurs, 12 sont fortement utilisés, 26 sont utilisés modérément et 59 sont faiblement utilisés dans la documentation. Dans le cadre commun proposé, seuls les indicateurs à utilisation moyenne et élevée sont inclus pour refléter leur rôle dans la documentation. Toutefois, sur demande, les utilisateurs peuvent accéder à une annexe contenant tous les indicateurs examinés dans la documentation de la présente étude, afin de connaître les indicateurs à faible utilisation et de les adapter au contexte de leur analyse. Il reste donc 38 variables, comme le montre ci-dessous.

6. Deux outils sont utilisés pour dénombrer les citations : Google Scholar et Scopus.

Indicateurs communs de l'écosystème d'innovation

Intrants

Conditions favorables

Capital humain et recherche

- Dépenses d'éducation
- Étudiants étrangers
- Programmes de connaissances
- Chercheurs et techniciens en R-D
- Articles scientifiques et techniques
- Enseignement supérieur †
- Diffusion des connaissances universitaires †
- Population de jeunes adultes

Infrastructure et institutions

- Connexions à large bande †
- Indice de déroulement des activités
- Investissement dans les TIC
- Disponibilité locale de capitaux †
- Rendement logistique

Couplages d'innovations

- Collaboration entre les entreprises et les universités
- Collaboration locale avec les entreprises
- Collaboration commerciale internationale

Conditions du marché

Dynamique des entreprises

- Dépenses des entreprises en R-D †
- Incubateurs d'entreprises †
- Taille de l'établissement
- Emploi dans le secteur de la haute technologie †
- Concentration de l'industrie

- Entreprises institutionnalisées en démarrage †
- Travailleurs internationaux
- Taux de propriété †

Finances et soutien

- Dépenses universitaires en R-D †
- Investissements directs étrangers
- Dépenses publiques en R-D †
- Dépenses brutes en R-D †
- Investissement en capital de risqué †

Extrants

Effets de l'innovation

Produits du savoir

- Demandes de brevets †
- Innovations en matière de produits et de processus
- Conceptions, droits d'auteur et marques de commerce

Répercussions économiques

Emploi

- Changement dans les nouvelles unités d'établissement †
- Roulement des établissements
- Ratio de croissance de l'emploi et de la population

Production

- Exportations dans les industries de haute technologie †
- Croissance du produit intérieur brut
- Revenu du propriétaire par rapport aux salaires et traitements

† indique des indicateurs très utilisés

Notes : Les autres indicateurs sont modérément utilisés dans la documentation. R-D = recherche et développement; TIC = technologie de l'information et des communications.

Source : Calculs des auteurs.

Le fait que la majorité des indicateurs sont faiblement reproduits par d'autres études peut indiquer qu'ils sont soit nouvellement utilisés, soit qu'ils reflètent les objectifs contextuels des chercheurs; par exemple, certaines études récentes tiennent compte de nouveaux indicateurs, comme ceux liés à l'effet de l'innovation sur le rendement environnemental. De plus, la disponibilité d'une variable ne signifie pas qu'un indicateur particulier est robuste. Certaines variables sont plus largement utilisées parce qu'elles sont plus largement accessibles; ce qui introduit un biais potentiel dans les résultats de l'analyse.

Pour comprendre le biais, deux autres classifications sont proposées. La première classification ne comprend que des documents récents, publiés au cours des 10 dernières années; ce qui réduit le nombre de documents analysés de 153 à 25. Les indicateurs comptant moins de trois citations sont utilisés faiblement, les indicateurs comptant de trois à cinq citations sont utilisés modérément et les indicateurs comptant plus de cinq citations sont fortement utilisés. L'intervalle de deux entre les catégories est l'écart type de la répartition du nombre de documents par indicateur (la moyenne est de trois). Le nombre minimal d'articles cités par indicateur est de 1, et le nombre maximal d'articles cités par indicateur est de 8, pour un total de 81 indicateurs énumérés.

Le nombre d'indicateurs modérément ou fortement utilisés est passé de 38 à 32. Ce nouveau classement, présenté à l'Annexe B, ne change pas les résultats en matière d'innovation par rapport au cadre commun. Cependant, il change les intrants d'innovation, en particulier les indicateurs mesurant la qualité des infrastructures et des institutions, qui passent de cinq à deux. Les indicateurs des conditions du marché diminuent également. Les mesures concernant les incubateurs d'entreprises, les entreprises en démarrage et les dépenses publiques en R-D disparaissent. En somme, le fait de ne tenir compte que d'études récentes limite le nombre d'indicateurs sans ajouter d'indicateurs différents du cadre commun. La classification commune n'est pas biaisée par des articles plus anciens.

La deuxième classification tient compte du fait que les macrovariables sont généralement plus faciles à obtenir que les microdonnées; ce qui pourrait entraîner un plus grand nombre de macroétudes. Cela se traduirait par un plus grand nombre de macrovariables, moins appropriées pour une analyse du rendement de l'écosystème à l'échelle régionale. Par conséquent, une analyse bibliométrique a été effectuée en utilisant seulement la microanalyse de l'écosystème d'innovation pour savoir si la liste des indicateurs sélectionnés serait différente.

Cette nouvelle classification réduit le nombre de documents analysés de 153 à 142. Les indicateurs comportant moins de cinq citations sont faiblement utilisés, les indicateurs comportant de quatre à huit citations sont modérément utilisés et les indicateurs comptant plus de huit citations sont fortement utilisés. L'intervalle de trois entre les catégories est l'écart type de la répartition du nombre de documents par indicateur (la moyenne est de quatre). Le nombre minimal d'articles cités par indicateur est de 1, et le nombre maximal d'articles cités par indicateur est de 16, pour un total de 56 indicateurs énumérés.

Le nombre d'indicateurs modérément ou fortement utilisés est passé de 38 à 30, comme le montre à l'Annexe C. On constate un biais certain relativement aux indicateurs macroéconomiques. Même s'il n'existe que 11 études macroéconomiques, celles-ci constituent 42 % du total des indicateurs énumérés et 24 % des indicateurs modérément ou fortement utilisés. En particulier, les variables des conditions favorables diminuent considérablement, passant de 16 à 8. Les autres indicateurs demeurent plus ou moins les mêmes, et cette classification en ajoute un nouveau, la mesure du roulement des établissements, qui devient un indicateur moyen utilisé dans la documentation.

Les points suivants traitent brièvement de la façon de mesurer les indicateurs, surtout dans le contexte canadien. Pour tous les indicateurs décrits ici, les sources de données servant à les

mesurer sont disponibles sur demande auprès de Statistique Canada aux niveaux national, provincial et parfois municipal.

3.1 Capital humain et recherche

Dépenses d'éducation : les dépenses en éducation constituent un bon indicateur de la priorité et du niveau d'engagement qu'une région accorde à l'éducation et au développement du capital humain; ce qui a des répercussions positives sur l'innovation. L'éducation fournit des connaissances et des compétences de base et avancées qui aident les individus à poursuivre des études supérieures, à faire des recherches, à trouver un emploi dans des domaines liés à l'innovation et à réussir dans ces domaines (voir López-Claros et Mata, 2010; Cannon et coll., 2015; Slaper et coll., 2016; OCDE, 2017; OMPI, 2021). Pour mieux représenter l'innovation, les dépenses en éducation peuvent être limitées à des domaines précis, comme l'enseignement supérieur ou les programmes de sciences, de technologie, de génie et de mathématiques (STGM).

Étudiants étrangers : les étudiants étrangers reflètent l'importance de la diversité universitaire en tant que voie active de diffusion des connaissances (voir Cannon et coll., 2015; Slaper et coll., 2016; OCDE, 2017; Hollanders et Es-Sadki, 2021; OMPI, 2021). Les étudiants étrangers peuvent être mesurés comme le nombre d'étudiants provenant de pays étrangers. Ce nombre peut comprendre notamment les doctorants étrangers. Les étudiants étrangers ne demeurent pas tous dans le pays; ils peuvent choisir de retourner dans leur pays d'origine après l'obtention de leur diplôme. Il pourrait être, par conséquent, préférable de compter le nombre de demandeurs de permis de travail postdiplôme qui restent et travaillent au Canada après l'obtention de leur diplôme.

Programmes de connaissances : ces programmes indiquent la qualité des résultats d'apprentissage et la pensée créative du capital humain (voir López-Claros et Mata, 2010; Cannon et coll., 2015; OCDE, 2017; Hollanders et Es-Sadki, 2021; OMPI, 2021). Cet indicateur peut être mesuré à l'aide des échelles du Programme international de l'OCDE pour le suivi des acquis des élèves en lecture, mathématiques et sciences ou du Programme pour l'évaluation internationale des compétences des adultes en numératie, littératie et résolution de problèmes pour la population de 15 ans et plus ou les travailleurs. Cependant, cet indicateur convient mieux à un écosystème de l'innovation national.

Chercheurs et techniciens en R-D : les chercheurs et les autres membres du personnel de R-D sont un intrant essentiel du rendement de la R-D. Les chercheurs sont des professionnels participant à la conception ou à la création de nouvelles connaissances dans les entreprises, les administrations publiques, les établissements d'enseignement supérieur et les organismes privés à but non lucratif. Ils effectuent des recherches et améliorent ou développent des idées, des modèles, des techniques, des outils, des logiciels ou des méthodes d'exploitation. Le nombre de chercheurs peut être pondéré en fonction de la population (voir Porter, 1990, 1998; Wolfe et Gertler, 2004; Arthurs et coll., 2009; López-Claros et Mata, 2010; Cannon et coll., 2015; OCDE, 2017; OMPI, 2021).

Articles scientifiques et techniques : les publications sont une mesure de l'efficacité du système de recherche, à mesure que la collaboration augmente la productivité scientifique (voir Cannon et coll., 2015; Slaper et coll., 2016; OCDE, 2017; Hollanders et Es-Sadki, 2021; OMPI, 2021). Cet indicateur peut être calculé en fonction du nombre de publications scientifiques ayant au moins un coauteur basé à l'étranger. Il peut être mesuré en fonction du nombre d'articles de revues scientifiques et techniques par million de personnes indexés dans la base de données de revues spécialisées, publiés dans les domaines suivants : physique, biologie, chimie, mathématiques, médecine clinique, recherche biomédicale, ingénierie et technologie, ainsi que les sciences de la terre et de l'espace.

Enseignement supérieur : les décideurs gouvernementaux s'intéressent particulièrement à l'offre de scientifiques, d'ingénieurs et d'experts en TIC, en raison de leur participation directe aux activités techniques et à la transformation numérique en cours (voir Heunks, 1998; Hadjimanolis, 2000; Barker et Mueller, 2002; Romijn et Albaladejo, 2002; Wolfe et Gertler, 2004; Crescenzi, 2005; Arthurs et coll., 2009; Atkinson et Mayo, 2010; López-Claros et Mata, 2010; Arvanitis et Stucki, 2012; Cannon et coll., 2015; Cukier et coll., 2016; Slaper et coll., 2016; OCDE, 2017; Hollanders et Es-Sadki, 2021). Les diplômés en STGM occupent souvent des postes de gestion. L'enseignement supérieur peut être mesuré en fonction des diplômés universitaires, particulièrement en STGM.

Diffusion des connaissances universitaires : cette mesure permet d'estimer la façon dont les connaissances scientifiques se transmettent des universités aux régions avoisinantes. Les universités étant moins concurrentielles et moins axées sur le profit que les industries, les connaissances en étant issues devraient être mieux réparties entre les établissements et les régions. Cet indicateur pourrait également prédire le niveau de brevetage dans une région. Les diffusions des connaissances universitaires sont mesurées par la distance entre l'université et la région choisie, ou par le nombre d'universités dans les villes (voir Audretsch et Feldman, 1996; Anselin et coll., 1997; Breschi et Lissoni, 2001; Salter et Martin, 2001; Cohen et coll., 2002; Keller, 2002; Bode, 2004; Woodward et coll., 2006; Drucker et Goldstein, 2007; Simonen et McCann, 2008; Casper, 2013; Slaper et coll., 2016; WIPO, 2021).

Population de jeunes adultes : la population jeune inclut nécessairement des étudiants universitaires et des professionnels qui travaillent, et qui sont les plus susceptibles de participer à des activités novatrices. Ces personnes sont également moins enclines à redouter les risques et plus portées à être entreprenantes. De plus, la croissance de la population plus jeune suggère que les nouveaux résidents sont susceptibles d'améliorer les aspects novateurs et entreprenants du noyau de la collectivité (voir Slaper et coll., 2011; Cannon et coll., 2015; Cukier et coll., 2016; Slaper et coll., 2016; Hollanders et Es-Sadki, 2021).

3.2 Infrastructure et établissements

Connexions à large bande : la connexion à large bande fournit des connexions Internet haute vitesse aux entreprises et aux consommateurs. Plusieurs études suggèrent que la capacité de la connexion à large bande a un effet positif important sur le rendement économique (voir Crandall et coll., 2007; López-Claros et Mata, 2010; Lehr et coll., 2006; Cukier et coll., 2016; Slaper et coll., 2016; OCDE, 2017; Hollanders et Es-Sadki, 2021). L'accès à Internet haute vitesse permet aux entreprises et aux particuliers de collaborer à partir de presque n'importe quel endroit. Les connexions à large bande peuvent être mesurées par le nombre de connexions à large bande résidentielles pour 1 000 ménages.

Indice de déroulement des activités : cet indice reflète les perceptions des entreprises quant à la facilité de démarrer une entreprise dans leur région (voir Porter, 1990; Arthurs et coll., 2009; López-Claros et Mata, 2010; Hollanders et Es-Sadki, 2021; OMPI, 2021). Cet indice serait fondé sur la moyenne simple des résultats pour chacun de trois indicateurs, comme toutes les procédures officiellement requises, ou couramment utilisées, par un entrepreneur pour démarrer et exploiter officiellement une entreprise industrielle ou commerciale, ainsi que le temps et le coût associés à l'exécution de ces procédures.

Investissement dans les TIC : les compétences en TIC sont très pertinentes pour l'innovation dans une économie de plus en plus numérique (voir Arthurs et coll., 2009; López-Claros et Mata, 2010; Grundke et coll., 2017; OCDE, 2017; Hollanders et Es-Sadki, 2021; OMPI, 2021). La part de l'investissement dans les TIC est un indicateur du développement global des compétences des employés. Elle peut être mesurée en termes monétaires, comme les dépenses externes en TI (produits technologiques achetés) et internes en TI (logiciels et formation personnalisés), ainsi

que les dépenses en télécommunications et en autre matériel de bureau (en pourcentage du PIB). Elle peut également être mesurée en chiffres par le nombre d'employés spécialistes des TIC.

Disponibilité locale de capitaux : la disponibilité locale de capitaux indique la capacité des banques locales à prêter aux entreprises. Les régions où la concentration des dépôts bancaires locaux est plus élevée sont plus susceptibles d'enregistrer des taux plus élevés d'entrepreneuriat, d'innovation, de création de nouvelles entreprises et de réussite économique globale dans une région (voir Porter, 1990; Wolfe et Gertler, 2004; Benfratello et coll., 2008; Arthurs et coll., 2009; Kerr et Nanda, 2009; Ayyagari et coll., 2011; Slaper et coll., 2016; OMPI, 2021). La disponibilité locale peut être mesurée par la part des dépôts locaux dans toutes les banques de la région; ce qui sert de valeur prédictive des prêts locaux ou des dépenses en immobilisations totales.

Rendement logistique : le rendement logistique peut être mesuré comme un indice évaluant la perception des entreprises et des résidents quant à la qualité des infrastructures de commerce et de transport ainsi que la compétence et la qualité des services logistiques (voir Porter, 1990, 1998; Arthurs et coll., 2009; López-Claros et Mata, 2010; Hollanders et Es-Sadki, 2021; OMPI, 2021).

3.3 Couplages en matière d'innovation

Collaboration entre les entreprises et les universités : la collaboration en matière d'innovation est une plateforme pour la diffusion des connaissances et l'accélération du développement de l'innovation (voir Porter, 1998; Arthurs et coll., 2009; OCDE, 2017; Beaudry et Solar-Pelletier, 2020; OMPI, 2021). La collaboration avec le milieu universitaire nécessite la participation active des universités et des entreprises. Cet indicateur peut être construit à partir d'une question d'enquête posée aux entreprises quant à la mesure dans laquelle elles collaborent avec les universités en matière de R-D. Il peut également être mesuré par le nombre de publications de recherche corédigées par des universités et des entreprises privées.

Collaboration locale avec les entreprises : la collaboration locale comprend la participation active des entreprises avec d'autres entreprises et établissements, à l'exclusion des organismes universitaires (voir Porter, 1998; Sorenson et Fleming, 2004; Singh, 2005; Sorenson et coll., 2006; Fleming et coll., 2006; Arthurs et coll., 2009; OCDE, 2017; Beaudry et Solar-Pelletier, 2020; Hollanders et Es-Sadki, 2021). Cet indicateur peut être construit à partir d'une question d'enquête au sujet du nombre d'entreprises (habituellement des PME novatrices) ayant conclu des ententes de coopération sur des activités d'innovation avec d'autres entreprises ou établissements au cours de la période d'enquête récente. Il peut également être mesuré par le nombre de publications de recherche corédigées par des entreprises privées ou publiques-privées.

Collaboration commerciale internationale : la collaboration en matière d'innovation à l'échelle internationale désigne la participation active transfrontalière à des collaborations en matière d'innovation (voir Arthurs et coll., 2009; OCDE, 2017; Beaudry et Solar-Pelletier, 2020; OMPI, 2021). Cet indicateur peut être construit à partir d'une question d'enquête posée aux entreprises quant à la mesure dans laquelle elles collaborent avec des entreprises ou des établissements étrangers. Il peut également être mesuré par le nombre (ou la part) de co-inventions (ou de co-publications) dans des familles de brevets avec des inventeurs situés dans au moins deux pays différents.

3.4 Dynamique des entreprises

Dépenses des entreprises en R-D : les dépenses des entreprises en R-D reflètent la participation des entreprises à la création de nouvelles connaissances; ce qui entraîne une plus grande croissance économique dans la région grâce à des niveaux plus élevés de brevetage et

de productivité (voir Audretsch et Feldman, 1996; Cohen et coll., 2002; Keller, 2002; Bottazzi et Peri, 2002; Bilbao-Osorio et Rodriguez-Pose, 2004; Gulbrandsen et Smeby, 2005; Cannon et coll., 2015; Slaper et coll., 2016; Beaudry et Solar-Pelletier, 2020; OCDE, 2017; Hollanders et Es-Sadki, 2021; OMPI, 2021). Les dépenses des entreprises en R-D peuvent être exprimées en proportion du PIB que représente le total des dépenses des entreprises en R-D.

Incubateurs d'entreprises : les incubateurs offrent des services aux nouvelles entreprises de la région et les aident à survivre et à réussir, en transférant un flux de connaissances accroissant leur capacité de production et d'innovation (voir Mian, 1996; Etzkowitz, 2002, 2003; Chan et Lau, 2005; Grimaldi et Grandi, 2005; Hansson et coll., 2005; Löfsten et Lindelöf, 2005; Markman et coll., 2005; Aerts et coll., 2007; Slaper et coll., 2016; Hollanders et Es-Sadki, 2021). Cette mesure peut être calculée en fonction de la proportion d'incubateurs d'entreprises dans une région.

Taille de l'établissement : les petites entreprises s'adaptent très bien et peuvent facilement modifier leurs processus pour intégrer de nouvelles idées ou technologies (voir Acs et Audretsch, 1988, 1990; Porter, 1990; Arthurs et coll., 2009; Cukier et coll., 2016; Slaper et coll., 2016; OCDE, 2017). Les grandes entreprises contribueraient positivement à l'innovation grâce à une disponibilité accrue de fonds pour la R-D (voir Acs et Audretsch, 1988; Porter, 1990; Hicks et Hegde, 2005; Arthurs et coll., 2009; Cukier et coll., 2016; Slaper et coll., 2016). Les grands et les petits établissements peuvent être mesurés comme le nombre d'établissements de moins de 50 employés (petites entreprises) ou de plus de 500 employés (grandes entreprises) pour 10 000 travailleurs. Toutefois, il peut ne pas exister de grandes différences entre les régions en ce qui concerne les petites entreprises par employé. Il peut être pertinent de tenir compte du pourcentage d'employés dans les petites et grandes entreprises, qui varie davantage d'une région à l'autre.

Emploi dans le secteur de la haute technologie : les secteurs novateurs comprennent des entreprises ayant besoin d'une main-d'œuvre hautement qualifiée et spécialisée. Les employés du secteur de la haute technologie fournissent des services directement aux consommateurs, comme en télécommunications, et fournissent des matières premières à des entreprises novatrices dans tous les secteurs de l'économie (voir Audretsch et Feldman, 1996; Klepper, 1996; Kolko, 2000; Feser, 2003; Florida, 2003; Wolfe et Gertler, 2004; Koo, 2005; Arthurs et coll., 2009; Belussi et Sedita, 2009; Tödtling et coll., 2009; Neffke et coll., 2011; Neumark et coll., 2011; Cannon et coll., 2015; Cukier et coll., 2016; Slaper et coll., 2016; OCDE, 2017; OMPI, 2021). Il s'agit d'un emploi dans les services à forte intensité de connaissances, représenté par la somme des postes de gestion, professionnels et techniques en pourcentage du nombre total de personnes employées.

Concentration de l'industrie : la mesure de la concentration peut aider à déterminer la mesure dans laquelle le système industriel d'un pays est concurrentiel ou non concurrentiel dans différents sous-secteurs industriels. Certaines études montrent que la structure du marché influence considérablement la production d'innovations. Cette structure de marché peut être concurrentielle ou peu diversifiée et concentrée (voir Porter, 1998, 2000; Stuart et Sorenson, 2003; Wolfe et Gertler, 2004; Feldman et coll., 2005; Arthurs et coll., 2009; Glaeser et Kerr, 2009; Delgado et coll., 2010, 2014; Slaper et coll., 2016; OCDE, 2017; OMPI, 2021). Cette concentration peut être mesurée de différentes façons; par l'indice Herfindahl-Hirschman pour l'industrie nationale, défini comme la somme des parts au carré des sous-secteurs, habituellement dans la production manufacturière totale. Elle peut également être mesurée à l'aide d'indicateurs clés comme le nombre de concurrents, la taille relative des concurrents (plus grands ou plus petits que l'entreprise du répondant ou les multinationales), ou des mesures qualitatives de l'intensité de la concurrence dans le marché de l'entreprise.

Entreprises institutionnalisées en démarrage : les entreprises en démarrage participent activement à l'octroi de licences pour des technologies produites par les universités et d'autres

instituts de recherche afin de créer des biens et des services nouveaux et améliorés. Le transfert de technologie est une activité fondamentalement novatrice qui représente la transformation de nouvelles connaissances en connaissances économiques ou commercialisables. Un taux élevé d'entreprises en démarrage institutionnalisées actives se traduit par des activités d'innovation plus concentrées (voir Porter, 1990; Almeida et Kogut, 1997; Thurik et Wennekers, 1999; Carree et Thurik, 2003; Audretsch et Keilbach, 2004; Acs et Plummer, 2005; Audretsch et Lehmann, 2005; Slaper et coll., 2016; OCDE, 2017). Les entreprises institutionnalisées en démarrage peuvent être mesurées par le nombre d'entités que les universités et d'autres établissements de recherche à but non lucratif ont créées.

Travailleurs internationaux : les travailleurs internationaux peuvent élever le niveau du capital humain et favoriser le progrès technologique. Ils peuvent accroître la consommation, le niveau de vie et les revenus à long terme. Leur présence, en particulier celle des travailleurs étrangers en STGM, est corrélée avec des taux élevés d'entrepreneuriat et d'innovation (voir Wadhwa et coll., 2008; Hart et Acs, 2011; Kerr, 2013; Langdon et coll., 2013; Slaper et coll., 2016). Les travailleurs internationaux peuvent être mesurés comme le nombre de travailleurs migrants entrants par rapport à la population en âge de travailler, en particulier dans les professions en STGM. Les travailleurs en STGM sont mieux placés pour utiliser les innovations existantes et en créer de nouvelles.

Taux de propriété : des taux élevés de propriété sont associés à une plus grande croissance de l'emploi et à une activité entrepreneuriale propice à l'innovation (voir Thurik et Wennekers, 1999; Audretsch et Thurik, 2001; Thurik et coll., 2008; Romero et Martínez-Román, 2012; Acs et coll., 2013; Slaper et coll., 2016). Le taux de propriété peut être établi comme le nombre de propriétaires par rapport au nombre total de personnes employées. Il peut également être mesuré par la proportion de travailleurs autonomes dans la région.

3.5 Finances et soutien

Dépenses universitaires en R-D : la R-D dans les universités est une bonne variable prédictive du niveau de brevetage. Elle prédit le transfert de connaissances au secteur privé et l'innovation subséquente (voir Audretsch et Feldman, 1996; Cheshire et Magrini, 2000; Cohen et coll., 2002; Keller, 2002; Bottazzi et Peri, 2002; Bilbao-Osorio et Rodriguez-Pose, 2004; Bode, 2004; Woodward et coll., 2006; Bercovitz et Feldman, 2007; Drucker et Goldstein, 2007; Cannon et coll., 2015; Slaper et coll., 2016; OECD, 2017). Elle peut être mesurée comme les dépenses totales en éducation (dépenses courantes, dépenses en immobilisations, transferts) en pourcentage du PIB.

Investissements directs étrangers : l'investissement direct étranger accroît la concurrence et donne lieu à des externalités positives et à la diffusion de la technologie; ce qui accroît l'efficacité dynamique (voir Sjöholm, 1999; Branstetter, 2006; Blalock et Gertler, 2008; López-Claros et Mata, 2010; Slaper et coll., 2016; Hollanders et Es-Sadki, 2021; OMPI, 2021). Cet indicateur aide à déterminer la mesure dans laquelle les entreprises étrangères ou nationales investissent dans la région par rapport aux autres, améliore le transfert des connaissances et de la technologie, décrit l'ouverture de l'économie et de la collectivité d'une région et fournit des renseignements sur la capacité d'une entreprise à améliorer sa productivité. L'investissement direct étranger peut être mesuré comme la moyenne des entrées nettes au cours des dernières années, caractérisé par la somme des capitaux propres, des bénéfices réinvestis, des autres capitaux à long terme et du capital à court terme déclarés dans le cadre de la balance des paiements. Il peut être exprimé en proportion du PIB ou divisé par la population en âge de travailler.

Dépenses publiques en R-D : il s'avère que le soutien gouvernemental à la R-D entraîne une augmentation du nombre de brevets. Une relation importante existe entre le financement de l'industrie et la qualité et la quantité de la recherche universitaire. Le financement en R-D mène

à une plus grande création de connaissances et à davantage de possibilités d'innovation (voir Audretsch et Feldman, 1996; Salter et Martin, 2001; Cohen et coll., 2002; Keller, 2002; Bottazzi et Peri, 2002; Bilbao-Osorio et Rodriguez-Pose, 2004; Rodríguez-Pose et Crescenzi, 2008; Slaper et coll., 2016; Hollanders et Es-Sadki, 2021). Le financement public de la R-D comprend le financement direct au moyen d'instruments, comme les subventions et les contrats publics, et le soutien indirect au moyen du régime fiscal. Il s'agit donc de la somme du soutien fiscal gouvernemental pour les dépenses de R-D et du financement direct des dépenses de R-D des entreprises, qui peut être exprimée en pourcentage du PIB.

Dépenses brutes en R-D : les dépenses en R-D servent souvent à prévoir l'innovation et la croissance économique; les indices récents ont inclus les dépenses en R-D comme mesure de l'innovation. Les dépenses en R-D prédisent les niveaux de brevetage et de productivité et ont également un effet positif sur la création de nouvelles entreprises et d'autres mesures de l'innovation et du développement économique (voir Audretsch et Feldman, 1996; Salter et Martin, 2001; Cohen et coll., 2002; Keller, 2002; Bottazzi et Peri, 2002; Bilbao-Osorio et Rodriguez-Pose, 2004; Rodríguez-Pose et Crescenzi, 2008; Arthurs et coll., 2009; López-Claros et Mata, 2010; Cannon et coll., 2015; Slaper et coll., 2016; OCDE, 2017; OMPI, 2021). Les dépenses brutes en R-D représentent le montant total des fonds consacrés aux activités de R-D dans tous les secteurs (entreprises, enseignement supérieur, gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux, organismes à but non lucratif privés, organismes étrangers).

Investissement en capital de risque : les fonds de capital de risque servent à commercialiser de nouvelles idées, à commercialiser de nouvelles technologies ou à développer des entreprises novatrices (voir Kortum et Lerner, 2000; Engel et Keilbach, 2007; Mann et Sager, 2007; Hirukawa et Ueda, 2011; Rin et coll., 2013; Cannon et coll., 2015; Cukier et coll., 2016; Slaper et coll., 2016; OCDE, 2017; Hollanders et Es-Sadki, 2021; OMPI, 2021). Une activité élevée de capital de risque est associée à des niveaux plus élevés d'innovation, mesurés par le nombre de brevets et la croissance de la productivité totale des facteurs. L'investissement en capital de risque peut être mesuré en dollars comme le capital privé consacré à l'investissement dans les entreprises; ce qui comprend le capital de démarrage (amorçage plus démarrage), ainsi que le capital d'expansion et de remplacement. Il peut également être mesuré par le nombre total de transactions de capital de risque. Le capital de risque peut être exprimé en pourcentage du PIB et sa moyenne établie sur trois ans.

3.6 Extrants de connaissances

Demandes de brevets : le nombre de brevets est une mesure établie de l'innovation régionale, car il prédit les demandes de brevets subséquentes et la naissance de nouvelles industries (voir Jaffe, 1989; Jaffe et coll., 1993; Hall et coll., 2001; Agrawal et Henderson, 2002; Bottazzi et Peri, 2002; Bilbao-Osorio et Rodriguez-Pose, 2004; Corrado et coll., 2009; López-Claros et Mata, 2010; Cannon et coll., 2015; Cukier et coll., 2016; Slaper et coll., 2016; OCDE, 2017; Hollanders et Es-Sadki, 2021; OMPI, 2021). Les connaissances liées aux brevets sont partagées entre les réseaux et s'étendent aux régions avoisinantes. Cet indicateur peut être calculé en fonction du nombre de demandes de brevets déposées par des résidents.

Innovations en matière de produits et de processus : il s'agit de la mesure directe des innovations. L'innovation en matière de produits désigne la création et l'introduction d'un nouveau bien ou service sur le marché ou une version améliorée d'un produit antérieur (voir Wolfe et Gertler, 2004; Arthurs et coll., 2009; Corrado et coll., 2009; Cannon et coll., 2015; OCDE, 2017; Beaudry et Solar-Pelletier, 2020; Hollanders et Es-Sadki, 2021). L'innovation en matière de processus désigne l'introduction d'une méthode de production ou de livraison nouvelle ou améliorée.

Conceptions, droits d'auteur et marques de commerce : les marques de commerce, les droits d'auteur et les conceptions sont un indicateur important de l'innovation, surtout dans le secteur des services, parce que leur établissement assure la qualité constante des produits, la croissance de la productivité et la compétitivité; ce qui est essentiel à la croissance de l'innovation (voir Corrado et coll., 2009; López-Claros et Mata, 2010; OCDE, 2017; Hollanders et Es-Sadki, 2021; OMPI, 2021). Cet indicateur peut être calculé en fonction du nombre de marques de commerce, de droits d'auteur et de conceptions déposés.

3.7 Emploi

Changement dans les nouvelles unités d'établissement : les nouvelles entreprises stimulent et améliorent la concurrence entre les entreprises; ce qui accroît la productivité et la croissance économique à long terme. Les entreprises en démarrage jouent également un rôle clé dans l'innovation; ce qui change souvent la donne, ouvre de nouveaux marchés et perturbe le statu quo (voir Fritsch, 2008; Neumark et coll., 2011; Hyatt et Spletzer, 2013; Criscuolo et coll., 2014; Decker et coll., 2014; Foster et coll., 2016; Slaper et coll., 2016; OCDE, 2017; OMPI, 2021). Cet indicateur peut être mesuré comme le nombre de nouveaux établissements inscrits pour 1 000 personnes en âge de travailler ou la moyenne du nombre de nouveaux établissements de moins d'un an divisée par le nombre total d'établissements actifs.

Roulement des établissements : les exigences en matière de technologie et de connaissances qui ont changé, voire qui ont disparu, offrent la possibilité de créer de nouvelles industries, de nouveaux processus et de nouveaux emplois. Le roulement de la main-d'œuvre est un indicateur de l'amélioration des états de service des travailleurs. Les travailleurs accèdent à des emplois plus attrayants et mieux rémunérés. De même, le roulement de la main-d'œuvre, qu'il soit mesuré par la création de nouvelles entreprises ou l'augmentation de l'effectif des entreprises existantes, est un indicateur de changement économique positif dans la région (voir Criscuolo et coll., 2014; Decker et coll., 2014; Hathaway et Litan, 2014; Cukier et coll., 2016; OCDE, 2017; Slaper et coll., 2016). Le roulement des établissements peut être mesuré comme le ratio des établissements qui augmentent l'emploi (avec ou sans ajout de nouveaux établissements) par rapport aux entreprises qui réduisent l'emploi (avec ou sans ajout de disparitions d'entreprises).

Ratio de croissance de l'emploi et de la population : la croissance de l'emploi est souvent utilisée pour mesurer la croissance économique et comme produit de l'innovation. Une forte croissance de l'emploi par rapport à la croissance démographique indique une création d'emplois plus rapide que les déménagements vers une région. Le ratio mesure si l'emploi connaît une croissance plus rapide ou plus lente que la population générale; ce qui indique une bonne activité d'innovation, car le rendement d'une entreprise est fortement corrélé avec sa capacité d'innover (voir Dowrick et Nguyen, 1989; Acs et Armington, 2004; Boarnet, 2005; Cukier et coll., 2016; Slaper et coll., 2016; OCDE, 2017; Beaudry et Solar-Pelletier, 2020).

3.8 Production

Exportations dans les industries de haute technologie : les exportations dans les industries de haute technologie mesurent la compétitivité technologique en tant que capacité de commercialiser les résultats de la R-D et de l'innovation sur les marchés internationaux. Les produits de haute technologie sont des moteurs clés de la croissance économique, de la productivité et du bien-être; ils sont habituellement une source d'emplois à grande valeur ajoutée et bien rémunérés (voir Porter, 1990, 1998; Wolfe et Gertler, 2004; Arthurs et coll., 2009; Cannon et coll., 2015; Slaper et coll., 2016; OCDE, 2017; Beaudry et Solar-Pelletier, 2020; Hollanders et Es-Sadki, 2021; OMPI, 2021). Il s'agit habituellement d'entreprises de services de conseils en gestion et de conseils scientifiques et techniques; des services de R-D scientifique; de produits chimiques; de produits pharmaceutiques de base; d'armes et de munitions; de produits

informatiques, électroniques et optiques; d'équipement électrique, machines et équipement; de véhicules automobiles; de remorques et semi-remorques; d'autre matériel de transport, à l'exclusion de la construction navale, des aéronefs, des engins spatiaux et des machines connexes; ou d'instruments médicaux et dentaires. Les exportations de haute technologie peuvent être exprimées en pourcentage du commerce total.

Croissance du PIB : le PIB peut être une mesure du rendement économique, parce qu'il comprend la rémunération du travail et le rendement du capital. Des produits ou des processus novateurs sont mis en œuvre parce qu'ils augmenteraient les salaires ou les profits (voir Slaper et coll., 2011; Cukier et coll., 2016; Slaper et coll., 2016; Beaudry et Solar-Pelletier, 2020; Hollanders et Es-Sadki, 2021; OMPI, 2021). Toutes les entreprises contribuant à la croissance du PIB n'étant pas novatrices ou actives en matière d'innovation, la croissance du PIB des entreprises de haute technologie peut plutôt être envisagée. Toutefois, compte tenu de la croissance démographique, le PIB pourrait donner une interprétation trompeuse du Canada au cours des dernières années. Le PIB par heure travaillée (c.-à-d. la productivité du travail) ou d'autres mesures de la productivité (p. ex. croissance de la productivité multifactorielle ou totale des facteurs) pourraient donc plutôt être pris en compte.

Revenu du propriétaire par rapport aux salaires et traitements : cette mesure examine le succès de l'activité entrepreneuriale en comparant le revenu du propriétaire aux salaires et traitements totaux des employés. Un ratio élevé suggère la présence d'activités entrepreneuriales rentables; ce qui pourrait également indiquer une économie plus dynamique et novatrice. Les données sur les revenus salariaux et le revenu du propriétaire sont fondées sur le lieu de travail. Cela permet d'établir une relation plus forte entre les activités d'innovation et les récompenses en matière d'innovation en fonction de l'endroit où les activités d'innovation ont eu lieu (voir Low et coll., 2005; Wong et coll., 2005; Hessels et coll., 2008; Koellinger, 2008; Goetz et Rupasingha, 2009; Minniti et Lévesque, 2010; Slaper et coll., 2016; OCDE, 2017). Le revenu du propriétaire par rapport aux salaires et traitements peut être calculé comme le rapport entre le revenu du propriétaire et le total des salaires et traitements.

4 Discussion et conclusion

4.1 Méthodologie du cadre d'innovation

Selon le Manuel de l'OCDE sur la construction d'indicateurs composites : *Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide*, les deux principaux critères d'évaluation des indicateurs composites sont la facilité d'interprétation et la transparence de la méthodologie utilisée. Les indicateurs sélectionnés répondent à ces critères parce qu'ils sont largement utilisés dans la documentation et au niveau international, ainsi que sur la base méthodologique de critères de popularité simples. Le cadre commun d'analyse du rendement des écosystèmes d'innovation se fonde sur l'utilisation de données factuelles. Seuls 5 des 38 indicateurs (faire des affaires, rendement logistique et les 3 indicateurs de collaboration) sont fondés sur des indices reposant sur les perceptions des entreprises ou de la société civile. Le cadre comprend 26 indicateurs d'intrants de l'innovation et 12 indicateurs d'extrants de l'innovation. Il permet d'analyser des écosystèmes d'innovation en fonction de divers indicateurs, mesurant différentes dimensions de l'innovation.

L'analyse documentaire fait référence aux indicateurs utilisés pour mesurer le rendement d'écosystèmes d'innovation. Ces indicateurs peuvent être utilisés pour construire un indice composite afin de comparer l'évolution de l'écosystème d'innovation d'une ville au fil du temps ou pour comparer deux villes. Un indice composite peut être créé à partir de tous les indicateurs à

l'aide d'une moyenne simple ou pondérée (en fonction de leur classement moyen ou élevé) des résultats des indicateurs.

Il est proposé de suivre la méthodologie du tableau de bord européen de l'innovation (voir Hollanders et Es-Sadki, 2021). Cela permet une construction simple et efficace d'indices d'innovation comparables dans le temps et l'espace. Cette méthodologie a recours à un système de notation pour établir un indice composite. Pour chaque indicateur, une année de référence est déterminée en fonction de la disponibilité des données de l'échantillon observé.

Les données manquantes sont ensuite traitées en remplaçant, par exemple, les valeurs manquantes par celles de l'année disponible précédente ou suivante. Ensuite, les valeurs aberrantes sont déterminées et remplacées par les valeurs maximales et minimales respectives observées sur toute la période de l'échantillon observé. Cette méthodologie transforme également les données lorsqu'elles sont très asymétriques. Certains indicateurs sont exprimés en pourcentage, tandis que d'autres ont des valeurs non limitées à un seuil supérieur. Si ces valeurs sont très volatiles et asymétriques, elles peuvent être remplacées par la racine carrée de la valeur de l'indicateur. À cette étape, il est possible de déterminer, pour chaque indicateur, le résultat maximal (la valeur la plus élevée de l'échantillon sur l'ensemble de la période d'observation) et le résultat minimal (la valeur la plus faible de l'échantillon sur l'ensemble de la période d'observation).

Les valeurs des indicateurs sont remises à l'échelle pour chaque période afin de varier de 0 à 100. Une formule est appliquée : $(\text{valeur minimale (maximale)}) \times 100$. Enfin, pour chaque période observée, un indice synthétique composite de l'innovation peut être calculé comme la moyenne non pondérée des résultats normalisés pour tous les indicateurs, où tous les indicateurs reçoivent la même pondération (1/38 si des données sont disponibles pour les 38 indicateurs du cadre commun). La méthodologie européenne propose d'exprimer les résultats de rendement par rapport à ceux de l'Union européenne; ce qui équivaldrait à exprimer, par exemple, l'indice composite des villes canadiennes par rapport à celui du Canada.

4.2 Analyse d'un rendement d'écosystème

Le tableau 1 présente les indicateurs pour deux régions, A et B. Les valeurs de l'indicateur ont été générées aléatoirement entre les valeurs minimales et maximales observées pour chaque indicateur au niveau provincial au Canada entre 2016 et 2018. Elles ont été générées pour 50 régions, afin de constituer un bon échantillon de régions. Seules deux régions sont présentées à des fins d'illustration. Les résultats générés se situent au niveau du groupe indicateur et du sous-groupe. La colonne de la valeur donne la valeur observée de l'indicateur. La colonne de résultat donne le résultat généré selon la méthodologie présentée ci-dessus.

Dans l'exemple présenté, la région B (58) enregistre un meilleur rendement global en matière d'innovation que la région A (49). Le cadre permet d'analyser plus en détail le rendement de ces deux écosystèmes. La région A enregistre de meilleurs résultats en matière d'intrants d'innovation que la région B (54 contre 47), principalement en raison d'un meilleur investissement dans l'environnement financier, ainsi que dans le capital humain et de recherche de l'écosystème. En revanche, la région B enregistre un rendement considérablement meilleur que la région A (68 contre 44) dans tous les domaines d'intrants de l'innovation; ce qui se traduit par un meilleur rendement global en matière d'innovation. Une autre caractéristique que ce cadre souligne est que le meilleur rendement de la région A en matière d'investissement dans les intrants de l'innovation ne se traduit pas bien en termes d'extrants de l'innovation. Il s'agit du principal défi que doit relever le Canada pour transformer en produits du savoir ses investissements en innovation. Ces valeurs ayant été générées aléatoirement, aucune autre analyse interprétative ne peut être effectuée, mais le cadre commun permettrait aux chercheurs d'évaluer, par exemple,

le profil d'investissement dans les intrants de l'innovation se traduisant le mieux en une bonne création d'innovation ou en développement d'innovations existantes.

Le cadre permet une analyse d'importants indices catégoriques pour les intrants et les extrants de l'innovation. Ce cadre n'indique pas la façon dont le volume des intrants influence la quantité des extrants. L'OCDE recommande d'utiliser les indicateurs avec prudence, dans le but de fournir des renseignements complémentaires aux analyses déjà établies sur les écosystèmes d'innovation. Par conséquent, ce cadre devrait être combiné à une analyse empirique et théorique, y compris des jugements éclairés et du bon sens.

Tableau 1

Exemple de cadre d'écosystème d'innovation

Indicateurs	Région A		Région B	
	valeur	résultat	valeur	résultat
Indice de l'innovation	...	48,9	...	57,9
1. Intrants	...	53,8	...	47,4
Capital humain et recherche	...	47,0	...	22,8
Dépenses d'éducation (% du PIB)	0,9	4,7	1,3	21,0
Étudiants étrangers (% du nombre total d'étudiants)	18,8	56,9	12,3	9,7
Programmes de connaissances (% de la population)	15,1	65,6	2,5	0,1
Chercheurs et techniciens en R-D (% de l'emploi)	33,9	97,4	4,0	2,5
Articles scientifiques et techniques (par habitant)	1 469,0	21,6	966,0	8,2
Enseignement supérieur (% de la population)	28,1	34,1	19,6	17,6
Diffusion des connaissances universitaires (total des universités)	29,0	58,3	28,0	56,3
Population de jeunes adultes (% de la population)	5,8	37,3	6,3	66,7
Infrastructure et établissements	...	45,5	...	53,9
Connexions à large bande (% d'entreprises)	48,8	83,2	30,8	18,9
Indice de déroulement des activités (résultat international)	79,5	61,6	92,0	90,0
Investissement dans les TIC (pourcentage d'entreprises proposant une formation en TIC)	18,6	44,2	34,6	100,0
Disponibilité locale de capitaux (dépôts bancaires par rapport au PIB)	85,4	20,6	97,3	37,2
Rendement logistique (productivité des ressources \$/kg)	1,5	17,7	1,8	23,3
Couplages en matière d'innovation	...	57,3	...	45,2
Collaboration entre les entreprises et les universités (études conjointes par habitant)	553,0	50,1	495,0	42,8
Collaboration locale avec les entreprises (pourcentage d'entreprises)	18,4	34,8	35,7	81,3
Collaboration commerciale internationale (rapports conjoints par habitant)	3 862,0	86,9	1 014,0	11,4
Dynamique des entreprises	...	64,0	...	64,5
Dépenses des entreprises en R-D (% du PIB)	3,4	77,1	2,8	62,4
Incubateurs d'entreprises (nombre total d'entreprises)	23,0	43,6	23,0	43,6
Taille de l'établissement (pourcentage d'emploi des PME)	93,4	82,9	79,7	46,3
Emploi dans le secteur de la haute technologie (% de l'emploi total)	13,4	33,5	33,1	99,7
Concentration de l'industrie (mesure de l'IHH)	56,2	97,9	14,5	23,7
Entreprises institutionnalisées en démarrage (total des entreprises dérivées du milieu universitaire)	44,0	87,8	23,0	44,9
Travailleurs internationaux (% d'emploi)	14,0	43,9	28,5	95,2
Taux de propriété (% de travailleurs autonomes)	13,4	45,2	19,6	100,0
Finances et soutien	...	54,9	...	54,5
Dépenses universitaires en R-D (% du PIB)	1,3	81,0	1,4	87,1
Investissement direct étranger (% du PIB)	5,3	78,2	3,5	50,8
Dépenses publiques en R-D (% du PIB)	0,2	53,6	0,4	94,8
Dépenses brutes en R-D (% du PIB)	1,6	49,7	1,0	3,7
Investissement en capital de risque (% du PIB)	5,5	11,9	15,0	36,1
2. Extrants	...	43,9	...	68,3
Extrants de connaissances	...	41,5	...	54,7
Demandes de brevets (par milliard de PIB)	2,0	22,2	1,0	11,1
Innovations en matière de produits et de processus (par milliard de PIB)	11,0	2,3	53,0	100,0
Conceptions, droits d'auteur et marques de commerce (par milliard de PIB)	36,0	100,0	21,0	53,1
Emploi	...	63,4	...	94,8
Changement dans les nouvelles unités d'établissement (taux de croissance)	9,8	92,9	10,0	100,0
Roulement des établissements (taux de roulement)	3,0	0,0	22,0	100,0
Ratio de croissance de l'emploi et de la population	6,4	97,2	5,2	84,3
Production	...	26,7	...	55,3
Exportations dans les industries de haute technologie (% des exportations totales)	11,2	16,2	64,0	95,2
Croissance du produit intérieur brut	4,3	49,1	1,6	20,4
Revenu du propriétaire par rapport aux salaires et traitements	0,7	14,8	0,8	50,5

... n'ayant pas lieu de figurer

Notes : PIB = produit intérieur brut; R-D = recherche et développement; TIC = technologie de l'information et des communications; PME = petites et moyennes entreprises; IHH = indice Herfindahl-Hirschman.

Source : Calculs des auteurs.

Toutefois, les indicateurs sélectionnés permettent de classer les régions en fonction de leur rendement en matière d'intrants et d'extrants de l'innovation. Une analyse spatiale et temporelle peut être effectuée en fonction de dimensions particulières ou combinées du rendement de l'écosystème. Grâce au cadre commun, les lecteurs et les utilisateurs, surtout dans le domaine public, peuvent voir très rapidement les dimensions mesurées dans les écosystèmes d'innovation. En tant que source d'information, ce cadre peut donc contribuer à l'élaboration de diverses politiques. Il peut être utile pour quantifier et définir des cibles numériques et des repères; par exemple, une analyse comparative entre les régions au moyen d'indicateurs numériques faciles à comprendre peut être utilisée pour motiver un changement de comportement, car on peut ainsi se comparer aux autres. Les classifications de l'Indice du développement humain du Programme des Nations Unies pour le développement ont incité les spécialistes du développement à aborder le développement économique dans une perspective plus large, en utilisant des indicateurs composites.

Ce cadre analytique peut également aider à élaborer des objectifs communs dans les débats publics. Les indices et les classements connexes sont des outils utiles pour attirer l'attention du public sur un ensemble particulier d'enjeux de politique. Appuyés par des données détaillées, ils peuvent fournir des renseignements précieux sur les forces et les faiblesses sous-jacentes, qui peuvent ensuite servir de catalyseur pour d'autres débats sur les politiques et les efforts visant à améliorer des domaines d'expertise particuliers.

En conclusion, la présente étude couvre la documentation relative aux indicateurs de rendement pour des écosystèmes d'innovation à différentes échelles d'analyse. Les indicateurs sélectionnés sont faciles à calculer, à condition que les données soient disponibles. Ils sont également comparables à l'échelle régionale et internationale grâce à la méthodologie utilisée pour les sélectionner.

Plus de 400 indicateurs ont été explorés et combinés en un peu plus de 100, classés selon leur occurrence dans la documentation. La présente étude fournit un cadre utile pour l'évaluation, qui sera rendue plus efficace en mettant davantage l'accent sur l'amélioration des dimensions faiblement développées de l'innovation. C'est un outil intéressant et complet pour les décideurs, les chercheurs, le secteur privé et les acteurs de l'innovation. Toutefois, même si ce classement énumère les indicateurs les plus largement utilisés dans la documentation, il ne comprend pas les indicateurs moins utilisés reflétant les nouvelles tendances et dynamiques au sein des économies locales. Pour illustrer des indicateurs à faible utilisation et les adapter au contexte de leur analyse, les lecteurs peuvent demander l'accès à l'annexe contenant tous les indicateurs de la documentation examinée dans le cadre de cette étude.

Annexe A

Annexe Tableau A.1

Principaux documents sur les indicateurs de l'écosystème d'innovation

Documents	Variables	Application	Description	Référence	Commentaires
Indice du Conseil national de recherches	34	Canada	Analyse par grappes	Arthurs et coll., 2009	Ils mesurent par grappes le succès des entreprises individuelles et sa modération selon les facteurs de grappe, le soutien aux organisations, aux clients et aux concurrents. Ils mettent l'accent sur les couplages sectoriels.
Innovation, Sciences et Développement économique Canada	15	Canada	Analyse par supergrappes	Beaudry et Solar-Pelletier, 2020	Les supergrappes sont un cadre permettant de déterminer les facteurs qui facilitent l'émergence et le succès des écosystèmes d'innovation. Ils mettent l'accent sur les couplages technologiques.
Tableau de bord d'écosystème d'innovation	22	Canada	Analyse régionale	Cukier et coll., 2016	Ils évaluent l'écosystème de l'innovation d'une région et le définissent comme un réseau dense d'intervenants, de processus et d'organisations dans un environnement habilitant. Ils mettent l'accent sur les petites collectivités.
Indiana Business Research Center, Innovation Index 2.0	65	États-Unis	Analyse régionale	Slaper et coll., 2016	Ils mesurent et fournissent une comparaison de la capacité d'innovation et du potentiel de production d'un État ou d'une région grâce à des intrants et des extrants d'innovation.
Conseil des sciences, de la technologie et de l'innovation	28	Canada	Analyse nationale	Cannon et coll., 2015	Ils définissent un écosystème d'innovation comme une combinaison de talents qualifiés et créateurs, de connaissances de grande qualité et d'un secteur privé novateur, soutenu par un gouvernement jouant un rôle clé dans la création d'un environnement habilitant encourageant l'innovation dans l'ensemble de l'économie.
European Innovation Scoreboard	51	Europe	Analyse nationale	Hollanders et Es-Sadki, 2021	Ils effectuent une évaluation comparative du rendement en matière de recherche et d'innovation des États membres de l'Union européenne.
Science, technologie et industrie : tableau de bord de l'OCDE	78	Pays de l'OCDE	Analyse nationale	OCDE, 2017	Ils construisent une infrastructure de données pour faire le lien entre les acteurs, les résultats et les répercussions pour un pays. Ils soulignent également les atouts en matière de connaissances, l'excellence en recherche, la collaboration, l'innovation opérationnelle, la compétitivité et la transformation numérique.
Indice de la capacité d'innovation	61	Monde entier	Analyse nationale	López-Claros et Mata, 2010	Ils proposent une couverture raisonnablement large des facteurs influençant la capacité d'un pays à innover (conditions favorables), d'une part, et un certain degré d'économie (rendement) de l'autre.
Indice mondial de l'innovation de l'OMPI	81	Monde entier	Analyse nationale	OMPI, 2021	Ils fournissent un système d'innovation qui équilibre la création de connaissances, l'exploration et l'investissement (les intrants de l'innovation) avec la production d'idées et de technologies aux fins d'application, d'exploitation et d'effets (les extrants de l'innovation).

Notes : OCDE = Organisation de coopération et de développement économiques; OMPI = Organisation mondiale de la propriété intellectuelle.

Source : Calculs des auteurs.

Annexe B

Indicateurs communs de l'écosystème d'innovation (études récentes)

Intrants

Conditions favorables

Capital humain et recherche

- Dépenses d'éducation
- Étudiants étrangers
- Programmes de connaissances
- Chercheurs et techniciens en R-D
- Articles scientifiques et techniques
- Enseignement supérieur †
- Diffusion des connaissances universitaires
- Population de jeunes adultes

Infrastructure et institutions

- Connexions à large bande
- Investissement dans les TIC

Couplages d'innovations

- Collaboration entre les entreprises et les universités
- Collaboration locale avec les entreprises
- Collaboration commerciale internationale

Conditions du marché

Dynamique des entreprises

- Dépenses des entreprises en R-D †
- Taille de l'établissement
- Emploi dans le secteur de la haute technologie
- Concentration de l'industrie
- Travailleurs internationaux

- Taux de propriété

Finances et soutien

- Dépenses universitaires en R-D †
- Investissements directs étrangers
- Dépenses publiques en R-D †
- Dépenses brutes en R-D †
- Investissement en capital de risqué †

Extrants

Effets de l'innovation

Produits du savoir

- Demandes de brevets †
- Innovations en matière de produits et de processus
- Conceptions, droits d'auteur et marques de commerce

Répercussions économiques

Emploi

- Changement dans les nouvelles unités d'établissement †
- Roulement des établissements
- Ratio de croissance de l'emploi et de la population

Production

- Exportations dans les industries de haute technologie †
- Croissance du produit intérieur brut
- Revenu du propriétaire par rapport aux salaires et traitements

† indique des indicateurs très utilisés

Notes : Les autres indicateurs sont modérément utilisés dans la documentation. R-D = recherche et développement; TIC = technologie de l'information et des communications.

Source : Calculs des auteurs.

Annexe C

Indicateurs communs de l'écosystème d'innovation (études microéconomiques)

Intrants

Conditions favorables

Capital humain et recherche

- Chercheurs et techniciens en R-D
- Enseignement supérieur †
- Diffusion des connaissances universitaires †

Infrastructure et institutions

- Connexions à large bande
- Disponibilité locale de capitaux †

Couplages d'innovations

- Collaboration entre les entreprises et les universités
- Collaboration locale avec les entreprises
- Collaboration commerciale internationale

Conditions du marché

Dynamique des entreprises

- Dépenses des entreprises en R-D †
- Incubateurs d'entreprises †
- Taille de l'établissement
- Emploi dans le secteur de la haute technologie †
- Concentration de l'industrie †
- Entreprises institutionnalisées en démarrage †
- Travailleurs internationaux
- Taux de propriété

Finances et soutien

- Dépenses universitaires en R-D †
- Investissements directs étrangers
- Dépenses publiques en R-D †
- Dépenses brutes en R-D †
- Investissement en capital de risque †

Extrants

Effets de l'innovation

Produits du savoir

- Demandes de brevets †
- Innovations en matière de produits et de processus
- Conceptions, droits d'auteur et marques de commerce

Répercussions économiques

Emploi

- Changement dans les nouvelles unités d'établissement †
- Roulement des établissements
- Ratio de croissance de l'emploi et de la population

Production

- Exportations dans les industries de haute technologie †
- Croissance du produit intérieur brut
- Revenu du propriétaire par rapport aux salaires et traitements

† indique des indicateurs très utilisés

Notes : Les autres indicateurs sont modérément utilisés dans la documentation. R-D = recherche et développement; TIC = technologie de l'information et des communications.

Source : Calculs des auteurs.

Bibliographie

Acs, Z. et C. Armington. 2004. « Employment growth and entrepreneurial activity in cities ». *Regional Studies*, 38(8), p. 911 à 927.

Acs, Z., D. Audretsch et E.E. Lehmann. 2013. « The knowledge spillover theory of entrepreneurship ». *Small Business Economics*, 41, p. 757 à 774.

Acs, Z.J. et D.B. Audretsch. 1988. « Innovation in large and small firms: An empirical analysis ». *The American Economic Review*, 78(4), p. 678 à 690.

Acs, Z. et D.B. Audretsch. 1990. *Innovation and Small Firms*. MIT Press, Cambridge, MA.

Acs, Z.J. et L.A. Plummer. 2005. « Penetrating the "knowledge filter" in regional economies ». *The Annals of Regional Science*, 39, p. 439 à 456.

Adner, R. 2006. « Match Your Innovation Strategy To Your Innovation Ecosystem ». *Harvard Business Review*, 84, p. 98 à 107; 148.

Aerts, K., P. Matthyssens et K. Vandenbempt. 2007. « Critical role and screening practices of European business incubators ». *Technovation*, 27(5), p. 254 à 267.

Agrawal, A. et R. Henderson. 2002. « Putting patents in context: Exploring knowledge transfer from MIT ». *Management Science*, 48(1), p. 44 à 60.

Almeida, P. et B. Kogut. 1997. « The exploration of technological diversity and the geographic localization of innovation: Start-up firms in the semiconductor industry ». *Small Business Economics*, 9(1), p. 21 à 31.

Anselin, L., A. Varga et Z. Acs. 1997. « Local geographic spillovers between university research and high technology innovations ». *Journal of Urban Economics*, 42(3), p. 422 à 448.

Araujo Reis, D., F. Rodrigues de Moura et I. Machado de Aragão. 2021. « The linkage between input and output in the innovation ecosystem ». *Global Journal of Human-Social Science Research*.

Arthurs, D., E. Cassidy, C. Davis et D. Wolfe. 2009. « Indicators to support innovation cluster policy ». *International Journal of Technology Management*, 46(4), p. 263 à 279.

Arvanitis, S. et T. Stucki. 2012. « What determines the innovation capability of firm founders? ». *Industrial and Corporate Change*, 21(4), p. 1049 à 1084.

Atkinson, R.D. et M.J. Mayo. 2010. Refueling the U.S. innovation economy: Fresh approaches to science, technology, engineering and mathematics (STEM) education.

Audretsch, D. et M. Keilbach. 2004. « Entrepreneurship capital and economic performance ». *Regional Studies*, 38(8), p. 949 à 959.

Audretsch, D. et R. Thurik. 2001. « Liens entre entrepreneuriat et croissance », *Documents de travail de l'OCDE sur la science, la technologie et l'industrie*, n° 2001/02, Éditions OCDE, Paris, <https://doi.org/10.1787/736170038056>.

Audretsch, D.B. et M.P. Feldman. 1996. « Innovative clusters and the industry life cycle ». *Review of Industrial Organization*, 11(2), p. 253 à 273.

- Audretsch, D.B. et E.E. Lehmann. 2005. « Does the knowledge spillover theory of entrepreneurship hold for regions? » *Research Policy*, 34(8), p. 1191 à 1202. Regionalization of Innovation Policy.
- Ayyagari, M., A. Demirgüç-Kunt et V. Maksimovic. 2011. « Firm innovation in emerging markets: The role of finance, governance, and competition ». *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 46(6), p. 1545 à 1580.
- Barker, V. III et G.C. Mueller. 2002. « CEO characteristics and firm R&D spending ». *Management Science*, 48(6), p. 782 à 801.
- Beaudry, C. et S. Breschi. 2003. « Are firms in clusters really more innovative? » *Economics of Innovation and New Technology*, 12(4), p. 325 à 342.
- Beaudry, C. et L. Solar-Pelletier. 2020. « Le succès des « supergrappes » canadiennes réside dans leur efficacité en tant qu'écosystèmes d'innovation ». *Étude 79 de l'IRPP*. Montréal : Institut de recherche en politiques publiques.
- Bednarzik, R.W. 2000. « The role of entrepreneurship in U.S. and European job growth ». *Monthly Labor Review*, 123.
- Belussi, F. et S.R. Sedita. 2009. « Life cycle vs. multiple path dependency in industrial districts ». *European Planning Studies*, 17(4), p. 505 à 528.
- Benfratello, L., F. Schiantarelli et A. Sembenelli. 2008. « Banks and innovation: Micro-econometric evidence on Italian firms ». *Journal of Financial Economics*, 90(2), p. 197 à 217.
- Bercovitz, J.E.L et M.P. Feldman. 2007. Fishing upstream: Firm innovation strategy and university research alliances. *Research Policy*, 36(7), p. 930 à 948.
- Bilbao-Osorio et A. Rodriguez-Pose. 2004. « From R&D to innovation and economic growth in the EU ». *Growth and Change*, 35(4), p. 434 à 455.
- Blalock, G. et P.J. Gertler. 2008. « Welfare gains from foreign direct investment through technology transfer to local suppliers ». *Journal of International Economics*, 74(2), p. 402 à 421.
- Boarnet, M.G. 2005. « An empirical model of intrametropolitan population and employment growth ». *Papers in Regional Science*, 73(2), p. 135 à 152.
- Bode, E. 2004. « The spatial pattern of localized R&D spillovers: An empirical investigation for Germany ». *Journal of Economic Geography*, 4(1), p. 43 à 64.
- Boschma, R. 2005. « Proximity and innovation: A critical assessment ». *Regional Studies*, 39(1), p. 61 à 74.
- Bottazzi, L. et G. Peri. 2002. « Innovation and spillovers in regions: Evidence from European patent data ». *European Economic Review*, 47(4), p. 687 à 710.
- Branstetter, L. 2006. « Is foreign direct investment a channel of knowledge spillovers? Evidence from Japan's FDI in the United States ». *Journal of International Economics*, 68(2), p. 325 à 344.
- Breschi, S. et F. Lissoni. 2001. « Knowledge spillovers and local innovation systems: A critical survey ». *Industrial and Corporate Change*, 10(4), p. 975 à 1005.
- Busom, I. et A. Fernández-Ribas. 2008. « The impact of firm participation in R&D programmes on R&D partnerships ». *Research Policy*, 37(2), p. 240 à 257.

Cannon, E., S. Forest, A. Chakma, S. Fortier, D. Garbutt, A. Gupta, M. Simair, C.-Y. Kang, M. Darkes, K. Knox, R. Laflamme, J. Romero, J. Scott, I. Treurnicht, P. Gracht, N. Venne-Man, A. Verschuren et S. Secretariate. 2015. Conseil des sciences, de la technologie et de l'innovation du gouvernement du Canada. Rapport technique.

Carree M.A. et A.R. Thurik. 2003. Chapter - The impact of entrepreneurship on economic growth. Dans Acs, Z.J. et D.B. Audretsch, éditeurs, *Handbook of Entrepreneurship Research: An Interdisciplinary Survey and Introduction*, p. 437 à 471. Springer, Boston, MA.

Casper, S. 2013. « The spill-over theory reversed: The impact of regional economies on the commercialization of university science ». *Research Policy*, 42(1), p. 1313 à 1324.

Chan, K.F. et T. Lau. 2005. « Assessing technology incubator programs in the science park: the good, the bad and the ugly ». *Technovation*, 25(10), p. 1215 à 1228.

Cheshire, P. et S. Magrini. 2000. « Endogenous processes in European regional growth: Convergence and policy ». *Growth and Change*, 31(4), p. 455 à 479.

Cohen, W.M., R.R. Nelson et J.P. Walsh. 2002. « Links and impacts: The influence of public research on industrial R&D ». *Management Science*, 48(1), p. 1 à 23.

Combes, P.P. et L. Gobillon. 2015. Chapter 5 - The empirics of agglomeration economies. Dans Duranton, G., J.V. Henderson et W.C. Strange, éditeurs, *Handbook of Regional and Urban Economics*, volume 5, p. 247 à 348. Elsevier.

Corrado, C., C. Hulten et D. Sichel. 2009. « Intangible Capital and U.S. Economic Growth ». *Review of Income and Wealth*, 55(3), p. 661 à 685.

Crandall, R., R. Litan et W. Lehr. 2007. « The effects of broadband deployment on output and employment: A cross-sectional analysis of U.S. data ». *Issues in Economic Policy*, 6.

Crescenzi, R. 2005. « Innovation and regional growth in the enlarged Europe: The role of local innovative capabilities, peripherality, and education ». *Growth and Change*, 36(1), p. 471 à 507.

Criscuolo, C., P. Gal et C. Menon. 2014. « The Dynamics of Employment Growth: New Evidence from 18 Countries », *Documents de travail de l'OCDE sur la science, la technologie et l'industrie*, n° 14, Éditions OCDE, Paris.

Cukier, W., K. Stolarik, O. Ngwenyama et M. Elmi. 2016. *Mapping the Innovation Ecosystem in Eastern Ontario*. Technical report, Institute for Innovation and Technology Management.

Decker, R., J. Haltiwanger, R. Jarmin et J. Miranda. 2014. « The role of entrepreneurship in US job creation and economic dynamism ». *Journal of Economic Perspectives*, 28(3), p. 3 à 24.

Delgado, M. et M.E. Porter. 2017. « Clusters and the Great Recession ». Dans les *documents de la conférence DRUID*. Rapport technique.

Delgado, M., M.E. Porter et S. Stern. 2010. « Clusters and entrepreneurship ». *Journal of Economic Geography*, 10(4), p. 495 à 518.

Delgado, M., M.E. Porter et S. Stern. 2014. « Clusters, convergence, and economic performance ». *Research Policy*, 43(10), p. 1785 à 1799.

Döring, T. et J. Schnellenbach. 2006. « What do we know about geographical knowledge spillovers and regional growth?: A survey of the literature ». *Regional Studies*, 40(3), p. 375 à 395.

- Dowrick, S. et D.T. Nguyen. 1989. « OECD comparative economic growth 1950-85: Catch-up and convergence ». *The American Economic Review*, 79(5), p. 1010 à 1030.
- Drucker, J. et H. Goldstein. 2007. « Assessing the regional economic development impacts of universities: A review of current approaches ». *International Regional Science Review*, 30(1), p. 20 à 46.
- Duranton G. et D. Puga. 2004. « Micro-Foundations of Urban Agglomeration Economies ». *Handbook of Regional and Urban Economics*, éd. J.V. Henderson et J.F. Thisse, Amsterdam : Elsevier. vol. 4, p. 2063 à 2117.
- Engel, D. et M. Keilbach. 2007. « Firm-level implications of early stage venture capital investment — An empirical investigation ». *Journal of Empirical Finance*, 14(2), p. 150 à 167.
- Eom, B.Y. et K. Lee. 2010. « Determinants of industry–academy linkages and, their impact on firm performance: The case of Korea as a latecomer in knowledge industrialization ». *Research Policy*, 39(5), p. 625 à 639. Section spéciale sur le gouvernement en tant qu'entrepreneur.
- Etzkowitz, H. 2002. « Incubation of incubators: Innovation as a triple helix of university- industry-government networks ». *Science and Public Policy*, 29(2), p. 115 à 128.
- Etzkowitz, H. 2003. « Innovation in innovation: The triple helix of university-industry- government relations ». *Social Science Information*, 42(3), p. 293 à 337.
- Feldman, M., J. Francis et J. Bercovitz. 2005. « Creating a cluster while building a firm: Entrepreneurs and the formation of industrial clusters ». *Regional Studies*, 39(1), p. 129 à 141.
- Feller, I., C.P. Ailes et J.D. Roessner. 2002. « Impacts of research universities on technological innovation in industry: evidence from engineering research centers ». *Research Policy*, 31(3), p. 457 à 474.
- Feser, E.J. 2003. « What regions do rather than make: A proposed set of knowledge-based occupation clusters ». *Urban Studies*, 40(10), p. 1937 à 1958.
- Fleming, L., C. King III. et A. Juda. 2006. « Small worlds and regional innovation ». *Organization Science*, 18.
- Florida, R. 2003. « Cities and the creative class ». *City & Community*, 2(1), p. 3 à 19.
- Foster, L., C. Grim et J. Haltiwanger. 2016. « Reallocation in the great recession: Cleansing or not? » *Journal of Labor Economics*, 34(S1), p. S293 à S331.
- Fritsch, M. 2008. « How does new business formation affect regional development? » Introduction au numéro spécial. *Small Business Economics*, 30, p. 1 à 14.
- Glaeser, E.L. et W.R. Kerr. 2009. « Local industrial conditions and entrepreneurship: How much of the spatial distribution can we explain? » *Journal of Economics & Management Strategy*, 18(1), p. 623 à 663.
- Goetz, S.J. et A. Rupasingha. 2009. « Determinants of growth in non-farm proprietor densities in the US, 1990-2000 ». *Small Business Economics*, 32(4), p. 425 à 438.
- Gomes, L.A.d.V., A.L.F. Facin, M.S. Salerno et R.K. Ikenami. 2018. « Unpacking the innovation ecosystem construct: Evolution, gaps and trends ». *Technological Forecasting and Social Change*, 136, p. 30 à 48.

Gordon, I.R. et P. McCann. 2005. « Innovation, agglomeration, and regional development ». *Journal of Economic Geography*, 5(5), p. 523 à 543.

Granstrand, O. et M. Holgersson. 2020. « Innovation ecosystems: A conceptual review and a new definition ». *Technovation*, p. 90 à 91 : 102098.

Grimaldi, R. et A. Grandi. 2005. « Business incubators and new venture creation: An assessment of incubating models ». *Technovation*, 25(2), p. 111 à 121.

Grundke, R., S. Jamet, M. Kalamova, F. Keslair et M. Squicciarini. 2017. « Skills and global value chains: A characterization ». *Documents de travail de l'OCDE sur la science, la technologie et l'industrie*, n° 2017/05, Éditions OCDE, Paris.

Gulbrandsen, M. et J.C. Smeby. 2005. « Industry funding and university professors' research performance ». *Research Policy*, 34(6), p. 932 à 950.

Hadjimanolis, A. 2000. « A resource-based view of innovativeness in small firms ». *Technology Analysis & Strategic Management*, 12(2), p. 263 à 281.

Hall, B.H., A.B. Jaffe et M. Trajtenberg. 2001. « The NBER patent citations data file: Lessons, insights and methodological tools ». *NBER Working Paper 8498*.

Hansson, F., K. Husted et J. Vestergaard. 2005. « Second generation science parks: From structural holes jockeys to social capital catalysts of the knowledge society ». *Technovation*, 25(9), p. 1039 à 1049.

Hart, D.M. et Z.J. Acs. 2011. « High-tech immigrant entrepreneurship in the United States ». *Economic Development Quarterly*, 25(2), p. 116 à 129.

Hathaway, I. et R.E. Litan. 2014. « Declining business dynamism in the United States: A look at states and metros ». *Economic Studies at Brookings*.

Hecker, D.E. 2005. « High-technology employment: A NAICS-based update ». *Monthly Labor Review / U.S. Department of Labor, Bureau of Labor Statistics*, 128, p. 57 à 72.

Hessels, J., M. van Gelderen et R. Thurik. 2008. « Entrepreneurial aspirations, motivations, and their drivers ». *Small Business Economics*, 31, p. 323 à 339.

Heunks, F.J. 1998. « Innovation, creativity and success ». *Small Business Economics*, 10(3), p. 263 à 272.

Hicks, D. et D. Hegde. 2005. « Highly innovative small firms in the markets for technology ». *Research Policy*, 34(5), p. 703 à 716.

Hirukawa, M. et M. Ueda. 2011. « Venture capital and innovation: Which is first? » *Pacific Economic Review*, 16(4), p. 421 à 465.

Hollanders, H. et N. Es-Sadki. 2021. *European Innovation Scoreboard 2021*. Technical report, European Union.

Hyatt, H.R. et J.R. Spletzer. 2013. « The recent decline in employment dynamics ». *IZA Journal of Labor Economics*, 2(5).

Innovation, Sciences et Développement économique Canada. 2024. Grappes d'innovation mondiales. <https://ised-isde.canada.ca/site/grappes-dinnovation-mondiales/fr>.

Jaffe, A. 1989. « The real effects of academic research ». *American Economic Review*, 79(5), p. 957 à 970.

Jaffe, A.B., M. Trajtenberg et R. Henderson. 1993. « Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations ». *The Quarterly Journal of Economics*, 108(3), p. 577 à 598.

Keller, W. 2002. « Geographic localization of international technology diffusion ». *American Economic Review*, 92(1), p. 120 à 142.

Kerr, W. et R. Nanda. 2009. « Financing constraints and entrepreneurship ». *Handbook of Research on Innovation and Entrepreneurship*.

Kerr, W.R. 2013. « U.S. high-skilled immigration, innovation, and entrepreneurship: Empirical approaches and evidence ». *Working Paper 19377*, National Bureau of Economic Research.

Kirchhoff, B.A., S.L. Newbert, I. Hasan et C. Armington. 2007. « The influence of university R&D expenditures on new business formations and employment growth ». *Entrepreneurship Theory and Practice*, 31(4), p. 543 à 559.

Klepper, S. 1996. « Entry, exit, growth, and innovation over the product life cycle ». *The American Economic Review*, 86(3), p. 562 à 583.

Koellinger, P. 2008. « Why are some entrepreneurs more innovative than others? » *Small Business Economics*, 31(1), p. 21 à 37.

Kolko, J. 2000. « The high-tech rural renaissance? Information technology, firm size and rural employment growth ». *Small Business Research Summary*, 201.

Koo, J. 2005. « Knowledge-based industry clusters: Evidenced by geographical patterns of patents in manufacturing ». *Urban Studies*, 42(9), p. 1487 à 1505.

Kortum, S. et J. Lerner. 2000. « Assessing the contribution of venture capital to innovation ». *The RAND Journal of Economics*, 31(4), p. 674 à 692.

Langdon, D., G. McKittrick, D. Beede, B. Khan et M. Doms. 2013. *STEM: Good jobs now and for the future*. U.S. Department of Commerce, Washington, DC.

Lehr, W., C. Osorio, S.E. Gillett et M.A. Sirbu. 2006. Measuring broadband's economic impact. (ESD-WP-2006-02).

Löfsten, H. et P. Lindelöf. 2005. « R&D networks and product innovation patterns—academic and non-academic new technology-based firms on Science Parks ». *Technovation*, 25(9), p. 1025 à 1037.

López-Claros, A. et Y. Mata. 2010. *Policies and Institutions Underpinning Country Innovation: Results from the Innovation Capacity Index*. P. 3 à 63.

Low, S., J. Henderson et S. Weiler. 2005. « Gauging a region's entrepreneurial potential ». *Economic Review*, 90, p. 61 à 89.

Mann, R.J. et T.W. Sager. 2007. « Patents, venture capital, and software start-ups ». *Research Policy*, 36(2), p. 193 à 208.

Markman, G.D., P.H. Phan, D.B. Balkin et P.T. Gianiodis. 2005. « Entrepreneurship and university-based technology transfer ». *Journal of Business Venturing*, 20(2), p. 241 à 263. Numéro spécial sur les parcs scientifiques et les incubateurs.

- Martin, P., T. Mayer et F. Mayneris. 2011. « Public support to clusters: A firm level study of French “local productive systems” ». *Regional Science and Urban Economics*, 41(2), p. 108 à 123.
- Mian, S.A. 1996. « Assessing value-added contributions of university technology business incubators to tenant firms ». *Research Policy*, 25(3), p. 325 à 335.
- Minniti, M. et M. Lévesque. 2010. « Entrepreneurial types and economic growth ». *Journal of Business Venturing*, 25(3), p. 305 à 314.
- Neffke, F., M. Henning, R. Boschma, K.-J. Lundquist et L. Olander. 2011. « The dynamics of agglomeration externalities along the life cycle of industries ». *Regional Studies*, 45(1), p. 49 à 65.
- Neumark, D., B. Wall et J. Zhang. 2011. « Do small businesses create more jobs? New evidence for the United States from the National Establishment Time Series ». *The Review of Economics and Statistics*, 93(1), p. 16 à 29.
- Niosi, J. et T.G. Bas. 2001. « The competencies of regions — Canada’s clusters in biotechnology ». *Small Business Economics*, 17, p. 31 à 42.
- OCDE. 2017. *Science, technologie et industrie : Tableau de bord de l’OCDE 2017. La transformation numérique*. Science, technologie et industrie : tableau de bord de l’OCDE. Paris : Éditions OCDE.
- OCDE et Eurostat. 2018. *Manuel d’Oslo, 2018*.
- Porter, M.E. 1990. *The Competitive Advantage of Nations*. The Free Press, New York.
- Porter, M.E. 1998. *Clusters and Competition: New Agendas for Companies, Governments, and Institutions*. Clusters and Competition. Harvard Business Review Books, Cambridge, MA.
- Porter, M.E. 2000. « Location, competition, and economic development: Local clusters in a global economy ». *Economic Development Quarterly*, 14(1), p. 15 à 34.
- Rin, M.D., T. Hellmann et M. Puri. 2013. Chapter 8 - A survey of venture capital research. volume 2 of *Handbook of the Economics of Finance*, p. 573 à 648. Elsevier.
- Rodríguez-Pose, A. et R. Crescenzi. 2008. « Research and development, spillovers, innovation systems, and the genesis of regional growth in Europe ». *Regional Studies*, 42(1), p. 51 à 67.
- Romero, I. et J.A. Martínez-Román. 2012. « Self-employment and innovation. Exploring the determinants of innovative behavior in small businesses ». *Research Policy*, 41(1), p. 178 à 189.
- Romijn, H. et M. Albaladejo. 2002. « Determinants of innovation capability in small electronics and software firms in southeast England ». *Research Policy*, 31(7), p. 1053 à 1067.
- Salter, A.J. et B.R. Martin. 2001. « The economic benefits of publicly funded basic research: A critical review ». *Research Policy*, 30(3), p. 509 à 532.
- Santoro, M.D. et S. Gopalakrishnan. 2001. « Relationship dynamics between university research centers and industrial firms: Their impact on technology transfer activities ». *The Journal of Technology Transfer*, 26(1-2), p. 163 à 171.
- Sen, A. 1999. *Development as Freedom*. Alfred Knopf, New York.
- Simonen, J. et P. McCann. 2008. « Firm innovation: The influence of R&D cooperation and the geography of human capital inputs ». *Journal of Urban Economics*, 64(1), p. 146 à 154.

- Singh, J. 2005. « Collaborative networks as determinants of knowledge diffusion patterns ». *Management Science*, 51(5), p. 756 à 770.
- Sjöholm, F. 1999. « Technology gap, competition and spillovers from direct foreign investment: Evidence from establishment data ». *The Journal of Development Studies*, 36(1), p. 53 à 73.
- Slaper, T.F., N.R. Hart, T.J. Hall et M.F. Thompson. 2011. « The index of innovation: A new tool for regional analysis ». *Economic Development Quarterly*, 25(1), p. 36 à 53.
- Slaper, T., T. van der Does, P. Egan, G. Ortuzar et R. Strange. 2016. *Driving Regional Innovation: The Innovation Index 2.0*. Technical report, U.S. Economic Development Administration.
- Soetanto, D.P. et S.L. Jack. 2011. « Business incubators and the networks of technology-based firms ». *The Journal of Technology Transfer*, 38.
- Sorenson, O. et L. Fleming. 2004. « Science and the diffusion of knowledge ». *Research Policy*, 33(10), p. 1615 à 1634.
- Sorenson, O., J.W. Rivkin et L. Fleming. 2006. « Complexity, networks and knowledge flow ». *Research Policy*, 35(7), p. 994 à 1017.
- Statistique Canada. 2021. Initiative sur les lacunes statistiques en science, technologie et innovation. Ce que nous avons entendu : principaux points à retenir. Rapport non publié.
- Stuart, T. et O. Sorenson. 2003. « The geography of opportunity: Spatial heterogeneity in founding rates and the performance of biotechnology firms ». *Research Policy*, 32(2), p. 229 à 253. Special issue on technology entrepreneurship and contact information for corresponding authors.
- Teece, D.J. 2007. « Explicating dynamic capabilities: The nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance ». *Strategic Management Journal*, 28(13), p. 1319 à 1350.
- Thurik, A.R., M.A. Carree, A. van Stel et D.B. Audretsch. 2008. « Does self-employment reduce unemployment? ». *Journal of Business Venturing*, 23(6), p. 673 à 686. The Economics of Entrepreneurship.
- Thurik, R. et S. Wennekers. 1999. « Linking entrepreneurship and economic growth ». *Small Business Economics*, 13, p. 27 à 55.
- Tödtling, F., P. Lehner et A. Kaufmann. 2009. « Do different types of innovation rely on specific kinds of knowledge interactions? ». *Technovation*, 29(1), p. 59 à 71.
- U.S. Department of Commerce, Economic Development Administration. 2010. *A Practitioner's Guide to Economic Development Tools for Regional Competitiveness in a Knowledge-Based Economy*.
- Wadhwa, V., A. Saxenian, B. Rissing et G. Gereffi. 2008. « Skilled immigration and economic growth ». *Applied Research in Economic Development*, 5(1), p. 6 à 15.
- Warda, J. 2001. « Measuring the value of R&D tax treatment in OECD countries ». *STI Review*, 27, p. 185 à 211.
- OMPI. 2021. *Indice mondial de l'innovation 2021 : suivi de l'innovation durant la crise générée par la COVID-19*. Organisation mondiale de la propriété intellectuelle, Genève.

Wolfe, D.A. et M.S. Gertler. 2004. « Clusters from the inside and out: local dynamics and global linkages ». *Urban Studies*, 41(5/6), p. 1071 à 1093.

Wong, P.K., Y.P. Ho et E. Autio. 2005. « Entrepreneurship, innovation and economic growth: Evidence from gem data ». *Small Business Economics*, 24(3), p. 335 à 350.

Woodward, D., O. Figueiredo et P. Guimarães. 2006. « Beyond the Silicon Valley: University R&D and high-technology location ». *Journal of Urban Economics*, 60(1), p. 15 à 32.