

L'émergence de la grappe industrielle de l'intelligence artificielle (IA) à Montréal

David Doloreux

Département d'affaires internationales, HEC Montréal

Geneviève Savoie-Dansereau

Département d'affaires internationales, HEC Montréal

Messages clés

- L'émergence de la grappe industrielle en IA a été supportée à la fois par les conditions initiales locales ainsi que par les processus d'interaction avec des acteurs étrangers.
- La formation de la grappe industrielle l'IA à Montréal suggère que, dès le début, les liens globaux avec d'autres industries et grappes industrielles sont primordiaux.
- La naissance d'une grappe industrielle n'est pas un phénomène isolé mais plutôt basé sur les relations entre différents acteurs, processus et communautés qui œuvrent à différentes échelles géographiques.

The paper analyses the emergence of the Artificial Intelligence (AI) cluster in Montreal and investigates two questions: (1) What are the different theoretical interpretations related to the emergence of industrial cluster? And (2) What are the factors underlying the emergence of the AI cluster in Montreal and to what extent have local and global factors been decisive in this respect? The AI cluster emerges through a process that brings into play the interaction between the local initial conditions and the birth of a new industry. Moreover, it also involves an interaction between the local and the global, which is supported by interactions with foreign actors located in different parts of the world.

Keywords: Clusters, emergence, AI industry, Montreal

The emergence of the Artificial Intelligence (AI) cluster in Montreal

Cet article analyse l'émergence de la grappe industrielle en intelligence artificielle (IA) à Montréal. Pour ce faire, nous explorons deux questions relatives à des sujets théoriques et empiriques : i- quelles sont les différentes interprétations relatives à l'émergence des grappes industrielles? ii- quels sont les facteurs sous-jacents à l'émergence de la grappe industrielle en IA à Montréal et dans quelle mesure les facteurs locaux et globaux ont été déterminants à cet égard? Le cas étudié fait ressortir un processus d'émergence qui met en œuvre une interaction entre les conditions initiales locales présentes et la naissance d'une industrie nouvelle. De plus, l'émergence de la grappe fait aussi intervenir une interaction entre le local et le global, celle-ci étant supportée par des interactions avec des acteurs étrangers provenant de différents emplacements géographiques.

Mots clés : Grappes industrielles, émergence, industrie de l'intelligence artificielle, Montréal

Correspondence to / Adresse de correspondance: David Doloreux, Département d'affaires internationales, HEC Montréal, 3000 Chemin de la Côte-Sainte-Catherine, Montréal, QC H3T 2A7. Email: david.doloreux@hec.ca

Introduction

L'industrie de l'intelligence artificielle (IA) est dorénavant considérée comme un moteur de croissance de l'économie de certaines régions et pays (Aghion et al. 2017; Agrawal et al. 2017; Makridakis 2017; Cockburn et al. 2018). Depuis les cinq dernières années, la ville de Montréal a connu une croissance importante de l'industrie de l'IA. Montréal a été décrite comme le deuxième hub mondial de l'IA après San Francisco (Montréal International 2018). Ceci peut sembler exagéré, mais Montréal héberge un nombre important de centres de recherche et de compétences en IA à la fois sur le plan industriel et académique. Elle est reconnue mondialement dans le champ de l'apprentissage profond avec la présence de l'un des fondateurs de l'apprentissage de ce champ d'étude, Yoshua Bengio, en plus d'héberger la plus grande communauté universitaire en IA au monde. Par ailleurs, Montréal a su attirer les principaux acteurs industriels du secteur, notamment Facebook, Google, Microsoft et Samsung.

L'objectif de cet article est de décrire la grappe industrielle de l'IA à Montréal et d'analyser les facteurs qui ont favorisé son émergence. S'appuyant sur la littérature sur l'émergence et la structuration des grappes industrielles (Menzel et Fornhal 2010; Isaksen 2016; Henn et Bathelt 2018), ce texte prolonge la réflexion sur les facteurs d'émergence des grappes industrielles en portant l'attention sur l'IA à Montréal comme objet d'étude. L'analyse de ce cas est pertinente, car jusqu'à présent, aucune étude n'a porté sur l'émergence de la grappe industrielle de l'IA à Montréal. La présente recherche permettra ainsi d'augmenter les connaissances empiriques sur ce phénomène et d'examiner les propositions théoriques sur la formation des grappes industrielles.

Pour étudier la naissance de la grappe industrielle de l'IA à Montréal, cet article explore deux principales questions de recherche relatives à des thèmes tant théoriques qu'empiriques :

1. Quelles sont les différentes interprétations relatives à l'émergence des grappes industrielles?
2. Quels sont les facteurs sous-jacents à l'émergence de la grappe industrielle en IA à Montréal et dans quelle mesure les facteurs locaux et globaux ont-ils été déterminants à cet égard?

Pour répondre à ces questions, nous présentons d'abord une revue de la littérature sur les grappes industrielles et les différentes approches concernant leurs conditions d'émergence, en expliquant ensuite la méthodologie adoptée afin de caractériser le cas étudié. Finalement, nous analyserons les résultats de nos entretiens sur les facteurs associés à l'émergence de la grappe industrielle en IA à Montréal.

Les fondements théoriques de l'émergence des grappes industrielles

Les grappes industrielles

Porter (1998, 199) définit la grappe industrielle comme « a geographically proximate group of interconnected companies and associated institutions in a particular field linked by commonalities and complementarities. » Cette définition permet d'identifier deux caractéristiques centrales des grappes. La première est que les entreprises à l'intérieur d'une grappe sont connectées avec des entreprises et des organisations diverses diffusant les connaissances. La seconde est que les grappes représentent une forme d'organisation spatio-productive caractérisée par la présence d'une concentration d'entreprises interdépendantes dans le même secteur d'activité, ou dans des secteurs d'activités adjacents, au sein d'une aire géographique restreinte.

La grappe industrielle procure des avantages compétitifs qui sont souvent à caractère profondément local, provenant de la concentration de connaissances, de savoir-faire hautement spécialisé, de la présence d'institutions, de rivaux, d'entreprises partenaires et de consommateurs (Porter 1998). Les travaux sur le sujet indiquent aussi que la concentration d'entreprises et d'organisations à l'intérieur des grappes leur permet d'interagir, ce qui facilite le flux de connaissances et conduit à davantage d'interactions en face à face, facilitant ainsi les échanges divers de connaissances explicites et tacites (Delgado et al. 2014). De plus, les grappes permettent aux entreprises d'avoir un accès privilégié aux entrants, aux informations et à la main-d'œuvre spécialisée, aux institutions publiques et aux incitatifs locaux (Feldman et al. 2005; McCann et Folta 2011; Delgado et al. 2014; Elola et al. 2017).

Les grappes industrielles procurent aussi des avantages significatifs aux entreprises regroupées au sein des celles-ci. Fang (2015) identifie quatre avantages spécifiques : elles favorisent la productivité et l'efficacité (en raison de la concentration géographique et des liens de collaboration); elles stimulent l'innovation et sa mise en œuvre (grâce à la coopération et à la collaboration au niveau de l'entreprise); elles accentuent la compétitivité (grâce à l'augmentation susmentionnée de l'efficacité et de la capacité d'innovation; elles augmentent la croissance d'entreprises existantes et la création des start-ups. En outre, les grappes influencent positivement le développement et la croissance économique des régions dans lesquelles elles s'insèrent en constituant un centre de gravité servant à attirer l'innovation, les compétences et les connaissances (Gilbert 2017).

Cependant, les réalités sont plus complexes qu'il n'y paraît et les grappes industrielles sont également porteuses d'inconvénients et de facteurs pouvant entraver l'innovation et le développement économique. Ces facteurs défavorables peuvent notamment faire converger vers elles des ressources qui auraient été mieux partagées autrement et qui laissent en plan un bon nombre d'entreprises ou d'industries isolées (Gilbert 2017). D'autres chercheurs ont montré que l'appartenance à une grappe industrielle n'était pas une condition suffisante pour augmenter la capacité d'innover et de collaborer avec des partenaires externes (Huber 2011; Shearmur 2015). En effet, ces chercheurs soulignent le rôle non négligeable des réseaux de connaissances à l'extérieur des grappes industrielles pour le développement d'entreprises et des grappes elles-mêmes.

Les facteurs déterminants de l'émergence des grappes industrielles

La littérature met de l'avant de nombreux facteurs explicatifs quant au développement des grappes industrielles. En nous appuyant sur ces écrits, nous analysons les facteurs susceptibles d'influencer l'émergence des grappes industrielles. La phase d'émergence d'une grappe industrielle est associée à la présence d'un nombre limité d'entreprises qui se développent autour de trois éléments : une nouvelle technologie habituellement commercialisée par les institutions de recherche, l'apparition d'organisations diverses en soutien au développement de

l'industrie et la création de services de soutien spécialisés (Pérez-Alemán 2005; Menzel Fornahl 2010; Fornahl et al. 2010; Li 2018).

Au-delà de ces constats fondamentaux, le cadre d'analyse développé dans cet article repose sur quatre grandes approches qui structurent de manière différenciée l'analyse et la réflexion sur les facteurs sous-jacents à l'émergence des grappes industrielles.

La première approche rassemble des travaux qui reconnaissent que les grappes industrielles peuvent naître de manière accidentelle (Maskell et Malmberg 2007; Crespo 2011). L'idée avancée ici est que les grappes émergent en raison de coïncidences et de schémas de localisation non-planifiés d'entreprises ou encore, celles-ci émanent de décisions de localisation arbitraires. Selon ce principe, la naissance d'une grappe n'est pas fondée sur la présence d'externalités mais plutôt sur des choix incertains et imprévisibles d'industries nouvelles qui s'appuient sur de nouvelles compétences et de nouveaux types d'intrants de production. Selon Storper et Walker (1989), les nouvelles industries pourraient alors se localiser dans un grand nombre d'endroits mais le regroupement sélectif ne se concrétise que dans un lieu offrant les conditions les plus favorables à une nouvelle industrie ou à une nouvelle technologie. Celles-ci ne sont pas directement rattachées à un territoire en particulier.

La deuxième approche s'est développée à partir d'un patrimoine conceptuel prolongeant les travaux d'Alfred Marshall et s'insérant dans les travaux sur les modèles territoriaux d'innovation (Moulaert et Sekia 2003). Plus précisément, les facteurs et les mécanismes tributaires de l'émergence des grappes industrielles y sont associés à l'environnement local et de la présence de facteurs spécifiques à un territoire (Boschma et Frenken 2011; Isaksen 2016; Ingstrup et al. 2017). Ces travaux reconnaissent que l'émergence d'une grappe est mise en route par la présence de facteurs explicitement locaux et des conditions historiquement héritées. Ces facteurs sont : la présence d'une culture entrepreneuriale favorisant la formation d'entreprises et la localisation de nouvelles entreprises (Ter Wal et Boschma 2011); l'existence d'industries qui combinent différentes bases de connaissances (Isaksen 2016); un regroupement d'organisations génératrices de connaissances et de soutien et la présence d'un bassin de main-d'œuvre spécialisée (Doloreux et al. 2011).

Tous ces facteurs encouragent la fertilisation croisée et permettent des rencontres génératrices de nouvelles connaissances tout en favorisant l'apprentissage interactif, lequel stimule le flux de connaissances nécessaires à l'innovation (Shearmur et Doloreux 2016). Ainsi, l'émergence d'une grappe n'est possible que si les facteurs et les conditions pertinentes sont suffisamment présents dans une région donnée.

Les travaux initiés dans le cadre de la géographie économique évolutionniste ont mis de l'avant l'importance de la dépendance de sentier, également appelée *path dependency* (Martin et Coenen 2015; Frenken et al. 2015; Martin et Sunley 2006), et, plus spécifiquement, d'attributs hérités d'une région, comme étant des conditions primordiales pour la création de nouvelles activités industrielles et d'une grappe industrielle. Les travaux d'Isaksen (2016) et d'Ingstrud et al. (2017) avancent que ces conditions peuvent être alimentées par des événements précis qui peuvent ainsi impulser et définir une direction nouvelle de développement d'une grappe, mais qui, en même temps, seraient intimement liés aux conditions préexistantes ancrées dans un territoire particulier.

C'est dans cette optique qu'Isaksen (2016) soutient que l'émergence des grappes peut être activée par des conditions de départ spécifiques liées à l'entrepreneuriat local. Les entrepreneurs disposent ainsi de cette capacité à créer et mobiliser les connaissances afin de les rendre profitables et accessibles aux autres entreprises. Il note aussi que les grappes peuvent émerger à partir des réseaux d'innovation dans lesquels s'insèrent les entrepreneurs afin d'obtenir des connaissances externes nouvelles. Ainsi, les grappes peuvent jaillir non seulement dans les domaines entièrement nouveaux d'une économie régionale mais aussi dans les domaines où les connaissances actuelles sont présentes et exploitables.

La troisième approche réfère aux travaux qui postulent que la seule présence des facteurs et des conditions spécifiques à un territoire n'est pas suffisante à l'émergence d'une grappe industrielle. Ketels et Memedovic (2008) viennent préciser ce constat : selon eux, les conditions préexistantes fournissent seulement le potentiel sur lequel la grappe industrielle émergera. Selon cette approche, les acteurs doivent être présents et concentrés géographiquement sur un territoire et faire usage des circonstances favorables pour animer le

dynamisme de la grappe industrielle. Dans ce cas, bien que l'existence de conditions préexistantes ne soit pas essentiel, la proximité d'entreprises et d'établissements d'enseignement et de formation l'est. Il en va de même pour la présence d'une masse critique d'organisations qui se serait formée en s'appuyant sur le capital humain et les idées que génèrent les entreprises et les établissements d'enseignement prospères dans des contextes donnés (Gilbert, 2017). Dans de nombreuses situations, cela implique que l'activité dans une industrie et une région augmente encore une fois qu'elle a dépassé une certaine masse critique. Pour Brenner (2008) cette masse critique procure des retombées importantes qui poussent les entreprises locales à se développer plus rapidement, qui favorise l'arrivée de services spécialisés ou d'approvisionnement dans la région, services qui rendent ces territoires plus attrayants et qui sont bénéfiques pour l'industrie et, finalement, qui appuient la génération de capital humain et de connaissances.

Par ailleurs, Golman et Klepper (2016) soulignent l'utilité d'avoir des entreprises essaimées. La création de nouvelles entreprises fait prendre conscience aux travailleurs de la rentabilité potentielle d'exploiter les connaissances acquises à travers d'autres organisations en devenant des entrepreneurs. Pour Feldman et al. (2005) les entreprises sont au cœur du processus de la formation des grappes, mais en précisant que celles-ci contribuent à leur émergence autrement que par les retombées qu'elles génèrent. Lorsque les entreprises pionnières commencent à saisir de nouvelles opportunités commerciales, cela incite les entrepreneurs locaux à suivre leur exemple en créant de nouvelles entreprises. Cette situation permet ainsi de déclencher des retours mutuellement bénéfiques entre les entrepreneurs et l'environnement local grâce aux collaborations et aux partenariats incluant les secteurs public et privé.

La quatrième approche réunie les travaux qui reconnaissent que l'émergence des grappes industrielles peut être tributaire des processus d'internationalisation. Gugler et Brunner (2007) affirment que l'internationalisation des entreprises est favorable à l'émergence des grappes industrielles car, en se relocalisant, les acteurs étrangers importent du capital, des actifs ainsi que des connaissances. L'afflux de nouvelles organisations étrangères peut ainsi induire ou soutenir les trajectoires de développement existantes ou nouvelles considérant que

les entreprises étrangères apportent de nouvelles connaissances au cluster. En conséquence, l'émergence des grappes nécessiterait des connaissances locales mais aussi des liens externes avec d'autres grappes à l'international (Bathelt et al., 2004). En effet, les grappes sont rarement autosuffisantes, d'où l'importance pour les entreprises de créer des liens globaux pour accéder aux connaissances pertinentes (Henn et Bathelt 2017). Pour Trippl et al. (2018), l'arrivée de nouveaux acteurs étrangers permet de faire progresser la masse critique d'acteurs au sein de la grappe industrielle.

À la suite de cette revue de la littérature, deux remarques importantes peuvent être mises en exergue sur la façon de conceptualiser et d'interpréter le processus d'émergence des grappes industrielles. La première est qu'il est évident que l'émergence des grappes industrielles n'est pas exclusivement mise en route que par des facteurs locaux. Celle-ci s'insère dans un contexte spatial plus large et intègre des facteurs qui relèvent aussi du global. Autrement dit, les facteurs sous-jacents à l'émergence des grappes industrielles peuvent être à la fois local ou global, résultant de facteurs provenant de l'intérieur ou de l'extérieur de la grappe industrielle. La deuxième est que les différentes approches dépeignent un tableau complexe où se mêlent différents facteurs dans lequel le bassin de connaissances préexistantes, les entreprises locales, la création de nouvelles d'entreprises par essaimage, l'arrivée des entreprises étrangères et la formation de nouvelles organisations de soutien ont eu une incidence sur l'émergence de la grappe industrielle.

Le cadre esquissé ci-dessous sera utilisé dans les prochaines sections pour identifier et analyser quels sont les facteurs sous-jacents à l'émergence de la grappe industrielle en IA à Montréal et dans quelle mesure les facteurs locaux et globaux ont été déterminants à cet égard. Le tableau 1 peut ainsi servir de grille d'analyse pour faire ressortir les facteurs locaux et globaux déterminant l'émergence de la grappe industrielle étudiée.

La méthodologie de recherche

Dans le cadre de cette étude, l'approche qualitative retenue est l'étude de cas. Yin (1984) présente l'étude de cas comme « une recherche empirique qui étudie un phénomène contemporain en profondeur et à l'intérieur de son contexte,

particulièrement quand les frontières entre le phénomène et son contexte ne sont pas clairement définies et dans laquelle des sources d'information multiples sont utilisées » (traduction libre) (Yin 1984, 23).

En accord avec les recommandations de Yin (1984) sur la recherche qualitative, diverses méthodes de collecte des données ont été choisies pour mettre en lumière le phénomène investigué. Deux stratégies ont été privilégiées pour collecter des données. La première est la consultation de documents publics tout au long de la réalisation de cette recherche entre l'été 2016 et le printemps 2018. Elle a été constituée principalement par l'analyse approfondie d'articles de presse, de rapport d'experts, de rapports gouvernementaux et de revues professionnelles. Cette analyse a également été enrichie par la compilation de documents de multiples sources, documents complémentaires aux entretiens conduits en parallèle. Ces documents rapportaient des événements particuliers liés à l'industrie de l'IA à Montréal.

La deuxième stratégie concerne les entrevues individuelles semi-dirigées, c'est-à-dire que ces entretiens suivaient un canevas de base, similaire d'une entrevue à l'autre, des questions pouvaient être posées spontanément si des éléments pertinents non anticipés se présentaient, et à l'inverse, certaines questions pouvaient ne pas être posées si elles ne s'appliquaient pas. Les entrevues individuelles ont été d'une durée moyenne de 50 à 120 minutes et elles ont été réalisées en face à face avec les personnes à l'hiver 2018, à l'exception d'une entrevue qui s'est déroulée par téléphone. Le guide d'entretien comprenait des questions sur les activités de l'entreprise et/ou de l'organisation, leur rôle au sein de la grappe, les relations qui s'instaurent entre différents acteurs de l'industrie de l'IA, les événements marquants de l'évolution de l'industrie IA, ainsi que sur la contribution et l'importance des acteurs intermédiaires et des gouvernements pour le développement de l'industrie en IA à Montréal.

Dans le but de constituer l'échantillon, les participants retenus ont été sélectionnés de manière représentative et un échantillonnage intentionnel a été retenu (Patton, 1990) sur la base de deux critères : 1- les participants devaient œuvrer dans la grappe industrielle de l'IA de Montréal et exercer des activités liées à l'IA; 2- les participants devaient être en mesure de fournir une information

détaillée quant à l'objet de l'étude. Sur la base de ces critères, 15 entretiens semi-dirigés ont été tenus auprès des parties prenantes étroitement liées à l'IA à Montréal, notamment les dirigeants d'entreprises et les responsables d'instituts de recherche, d'organisations intermédiaires, d'agences de développement économique ainsi que de différentes agences gouvernementales ayant pour mandat de promouvoir et soutenir l'industrie de l'IA. Le tableau 2 présente la répartition des répondants selon la nature de leurs activités.

L'analyse des données a été effectuée en même temps que la collecte afin qu'elle soit alimentée en permanence par le travail de terrain (Miles et Huberman 2003). Pour y arriver, nous avons procédé en deux phases. La première phase consistait à retranscrire chaque entrevue de manière à conserver son intégralité. Les données collectées au cours de l'entretien ont été rassemblées sur une fiche synthèse. Ce document a permis de regrouper les questions et les réponses sous forme de colonnes qui faisaient ressortir les idées principales de manière claire. Pour ce faire, les verbatim étaient inscrits dans les colonnes respectives. Une colonne additionnelle a été ajoutée afin de laisser un espace pour faire place à l'analyse. Par la suite, une fois les informations compilées dans le document, nous avons réduit l'information en unités analysables (Miles et Huberman 2003). Les traitements s'appuient sur la codification développée à partir de mots-clés en faisant référence notamment aux événements et aux facteurs marquants liés à l'émergence de la grappe industrielle. Nous avons également comparé les thèmes émergeant et les événements significatifs issus des entretiens avec les autres documents de sources secondaires afin de produire et de relever des regroupements, des contradictions et des complémentarités entre les différents thèmes répertoriés.

L'étude du cas de la grappe industrielle de l'IA à Montréal

L'industrie de l'IA est considérée comme une industrie émergente à Montréal. La concentration spatiale des activités liées à l'IA demeure une caractéristique forte et distinctive de l'industrie (Turkina 2018). Comme partout ailleurs dans le monde, l'IA à Montréal est fortement concentrée et se développe autour d'entreprises hautement

Table 1

Cadre conceptuel.

Facteurs locaux		Facteurs globaux
Circonstances accidentelles	Émergence de la grappe industrielle	Entrée des multinationales et investissement direct étranger
Conditions-préexistantes et concentrations de ressources spécifiques au territoire		Apports de connaissances externes et technologies
Entreprises pionnières, start-ups locales et nouvelles organisations de soutien		

innovantes et d'une communauté scientifique fortement intégrée. Incidemment, Montréal a officiellement exprimé son souhait de devenir un pôle international de premier plan pour l'IA (Montréal International 2018). La prochaine section présente trois facteurs qui expliquent le processus de formation de la grappe industrielle de l'IA.

Les conditions préexistantes à l'émergence de la grappe industrielle

L'IA à Montréal n'est pas un phénomène qui est né de manière accidentelle ou à la suite de décisions arbitraires et non planifiées d'entreprises. Au contraire, cette grappe a été fortement influencée par des facteurs locaux. À cet effet, l'émergence de l'IA à Montréal peut être en partie liée à la principale force de Montréal qui provient de la configuration du talent et des acquis historiques dans des domaines adjacents importants pour les technologies de l'IA, tels la recherche opérationnelle, le développement des mathématiques et des algorithmes, le génie électrique et informatique ainsi que le génie biomédical. Comme l'explique un répondant : « Les travaux des chercheurs du CIRRELT et du GERAD sont des groupes [de chercheurs] qui ont à peu près 40 ans d'expérience dans le domaine [...] et c'est l'une des raisons pour laquelle l'IA est à Montréal » (répondant no 7).

De plus, la présence de plusieurs universités de renommée mondiale qui offrent des programmes de recherche et d'enseignement de premier plan

dans ces domaines connexes est un atout, notamment l'Institut d'algorithmes d'apprentissage de la Montréal (MILA) de l'Université de Montréal et le département de génie et d'informatique. L'infrastructure scientifique et de recherche comprend plusieurs universités (Université de Montréal, Polytechnique Montréal, HEC Montréal et l'Université McGill) et institutions de recherche qui concentrent des connaissances de pointe et dispensent des programmes d'enseignement et de formation spécialisés dans les domaines de l'IA. Cependant, les universités ne proposent pas toutes des cursus dédiés à l'IA, mais elles fournissent des savoirs utiles au développement du secteur. Il en est de même pour la présence à Montréal de chercheurs de renommée mondiale, notamment de Yoshua Bengio et d'autres chercheurs du domaine qui ont été formés par celui-ci, dont la présence a permis de regrouper dans la région des talents scientifiques qui travaillaient sur des problématiques liées à l'IA. Le rôle et la contribution de Yoshua Bengio au développement de l'industrie est majeur car ce dernier a fondé le Laboratoire d'Informatique des Systèmes adaptatifs (LISA, aujourd'hui qui est le MILA) et il a mis en place, en collaboration avec Geoffrey Hinton de l'Université de Toronto, un programme d'apprentissage (Calcul neuronal et perception adaptative) au sein duquel ont été réalisées les premières découvertes en lien à l'IA.

Pendant plus d'une décennie, ces chercheurs mettent sur pied des techniques sur l'apprentissage profond qui aujourd'hui, grâce à une plus grande puissance de traitement des ordinateurs ainsi qu'en raison de la disponibilité des données, gagnent l'estime de la communauté scientifique, mais également du milieu industriel qui peut dorénavant exploiter la technologie. Comme l'explique un interviewé :

Il ne faut rien enlever aux autres individus, mais selon moi Yoshua Bengio est le pilier de l'IA à Montréal. L'explosion récente de l'IA [s'est faite] grâce aux résultats faramineux de l'apprentissage profond, c'est là particulièrement que les premiers grands exploits ont été accomplis. (répondant no 6)

Par conséquent, Montréal a toujours été très avancée dans la recherche fondamentale dans ces domaines de recherche, ce qui explique la concentration sur son territoire d'un bassin de connaissances locales dans les domaines rattachés à l'IA.

Table 2
Répartition des répondants selon la nature de leurs activités.

Répondants	Catégories d'acteurs	Position (s) du répondant (s)
1	Entreprise en IA	Cofondateur
2	Intermédiaire	Coordonnateur de développement
3	Centre de recherche universitaire	Analyste international
4	Intermédiaire	Conseillère
5	Institut de recherche	Directeur
6	Entreprise en IA	Fondateur
7	Institut de recherche	Directeur de recherche
8	Agence de développement économique	Analyste
9	Centre de recherche en IA	Directeur
10	Entreprise en IA	Directeur général
11	Agence de développement économique	Directeur exécutif
12	Gouvernement provincial	Directeur
13	Gouvernement fédéral	Directeur
14	Entreprise en IA	Directeur de la R-D
15	Entreprise en IA	Directeur scientifique

Outre la présence d'un bassin de connaissances et de compétences dans le domaine de l'IA ou de secteurs adjacents à celui-ci, d'autres facteurs ont contribué à faire de Montréal un territoire fertile au développement d'une grappe industrielle. Montréal possède une masse critique d'industries de haute technologie en plein essor : par exemple, la grappe TechnoMontréal, qui rassemble tous les acteurs des technologies de l'information regroupe plus de 5 000 entreprises et organisations industrielles, ainsi que la grappe AéroMontréal, avec la présence de Bombardier et Pratt & Whitney, cette dernière grappe étant d'ailleurs le troisième pôle mondial de l'aérospatiale après Toulouse et Seattle. La présence de ces industries à Montréal et d'autres entreprises rattachées aux *high tech* a joué un rôle central dans le développement de l'industrie de l'IA en offrant une focalisation géographique de connaissances et de technologies ayant soit des configurations proches ou pouvant bénéficier grandement de l'application commerciale de la recherche fondamentale en IA.

Le processus d'agglomération du tissu entrepreneurial et d'organismes de soutien à l'industrie de l'IA

La grappe industrielle en IA à Montréal s'est développée en partie à travers une dynamique endogène de création d'entreprises et d'organismes de soutien qui, ensemble, ont conduit à une concentration spatiale des connaissances. Cette concentration a permis d'élever la capacité d'interactions et d'accessibilité à des connaissances externes qui à leur tour sont favorisées par la proximité entre les individus, les entreprises et les organisations. Selon Turkina (2018), l'industrie de l'IA comprendrait plus ou moins 400 entreprises qui sont directement ou indirectement liées à l'IA, ceci n'incluant pas les entreprises spécialisées, les universités et les instituts de recherche. L'essor soudain de l'industrie, au-delà de la configuration de la base de connaissances déjà existante et de la présence d'industries *high tech*, est aussi attribuable à l'avancement des technologies qui jusque dans les années 1990 ne permettant pas d'exploiter pleinement l'IA. Dans cette optique, un répondant prétend que : « La différence, c'est aussi la puissance des ordinateurs, des procédés et des processus qui n'étaient pas encore suffisants pour développer l'IA à son plein potentiel » (répondant no 10). Ainsi, le progrès technologique dans les technologies de l'information a influencé l'émergence de nouvelles entreprises en IA qui, sans ces progrès, n'aurait pas permis de développer et d'exploiter l'IA à des fins commerciales.

À propos du tissu entrepreneurial, son développement est lié à la présence des différentes conditions existantes à Montréal au niveau des travailleurs et chercheurs compétents, la présence des universités et de leurs laboratoires de recherche ainsi que la concentration de secteurs dans des domaines adjacents à l'IA. Deux mécanismes nous apparaissent comme étant de premier plan afin d'expliquer en quoi la grappe industrielle de l'IA a émergé à travers une dynamique endogène de création d'entreprises. D'une part, les universités et les instituts de recherche ont permis de produire des connaissances dont elles ne pouvaient pas, par nature, directement s'approprier les bénéfices commerciaux. Ainsi, des diplômés et des chercheurs ont transformé des connaissances nouvelles en opportunités entrepreneuriales et

créé une valeur commerciale aux résultats issus de la recherche fondamentale. Comme l'explique un acteur sondé : « L'IA est entrée sur le marché. Avant, l'IA se concentrait beaucoup dans le domaine de la recherche très confiné au domaine universitaire. Ensuite, ça commencé à entrer dans le monde des affaires puis dialoguer avec les investisseurs » (répondant no 1). L'intégration croissante de nouvelles entreprises en IA dans la grappe industrielle permet ainsi à la fois de favoriser les occasions d'interactions, de multiplier les opportunités d'entrepreneuriat et d'encourager l'apprentissage localisé.

Parmi celles-ci, Element AI, qui est directement liée au MILA, constitue un acteur clé dans la montée de la grappe industrielle à Montréal. Créé en 2016, Element AI est le plus important laboratoire privé de R-D en IA au Canada, avec près de 400 employés. En 2017, l'entreprise montréalaise reçoit un financement de 137,5 millions de dollars, ce qui correspond au plus important investissement jamais offert pour une start-up en IA. Comme le souligne un répondant : « Il y a beaucoup d'entreprises locales qui viennent tout juste d'être créées mais qui sont très prometteuses comme Element AI... » (répondant no 4).

Element AI transpose les travaux de recherche en applications utilisables pour les entreprises et différents services et solutions aux entreprises qui désirent avoir recours à l'IA, mais qui ne savent pas comment l'exploiter. L'influence d'Element AI sur l'émergence de la grappe ne se limite pas qu'aux effets quantitatifs sur l'emploi et les revenus commerciales. En outre, Element AI participe aussi au développement de partenariats qui s'articulent autour de projets de recherche fondamentaux visant à construire de nouvelles connaissances sur l'IA et à transformer celles-ci à des fins commerciales. Comme l'explique un autre répondant :

Element AI c'est un gros joueur en IA à Montréal, car ils ne font pas que vendre des services et des solutions mais ils réalisent aussi beaucoup de recherche fondamentale en partenariats avec plusieurs acteurs locaux de la région [...] il permet aussi de rallier différents acteurs en IA mais aussi auprès d'autres industries. (répondant no 15)

D'autre part, une deuxième source de création d'entreprises à l'origine d'une dynamique

endogène provient de la création de start-ups locales. La création des nouvelles entreprises dans des domaines d'activité variés conduit à la concentration géographique d'entreprises ayant des configurations proches et des complémentarités technologiques. C'est le cas par exemple des entreprises Imagia (soin de santé), ARA Robotique (systèmes servant à l'inspection et à la cartographie aérienne), Roof AI (Analyse prédictive), Fluent AI (reconnaissance de la voie) et Stradigi AI et NuAge AI (Solutions d'affaires).

Il devient ainsi évident que la concertation entre la recherche et le monde industriel ait soutenu la formation de nouvelles entreprises et, par ce fait même, supportée l'émergence de la grappe industrielle. Il semble légitime de souligner que sans cet arrimage, l'IA ne serait pas entrée dans le domaine public. Ceci présuppose que l'un des facteurs s'en tient à la présence d'entreprises et de start-ups autorisant le passage entre deux mondes complémentaires. Cette présence implique aussi la formation d'une masse critique dans le domaine de l'IA, celle-ci étant nécessaire pour le développement de la grappe industrielle.

En parallèle au développement des entreprises en IA, un processus d'agglomération similaire justifiant l'émergence de la grappe industrielle, prenait place avec la création de nouvelles organisations et d'initiatives soutenant l'entrepreneuriat. Le développement de ces organisations associées à l'IA vise tout particulièrement les entreprises et le développement de nouvelles structures pour l'aide aux projets innovants. Ces dernières apparaissent comme un enjeu essentiel en matière non seulement de R-D mais aussi pour faire progresser les collaborations et les processus d'apprentissage entre les différents acteurs, dans le but transformer des connaissances nouvelles en opportunités entrepreneuriales.

C'est dans cette perspective que l'Institut de la Valorisation des données (IVADO) a été créé en 2016, suite à un financement d'un montant de 93,5 millions de dollars provenant du Fonds d'excellence en recherche Apogée du gouvernement du Canada. Issu d'un partenariat universitaire entre l'Université de Montréal, HEC Montréal et Polytechnique Montréal et l'industrie, IVADO est un centre de compétences dans les différents domaines de la recherche opérationnelle, de l'IA et de la science des données. IVADO accueille plus de 1000 chercheurs affiliés aux différentes universités et centre de

recherche à Montréal. Comme l'explique un interviewé :

L'arrivée d'IVADO a permis de renforcer les compétences, de créer des cellules de recherche et de développement des projets en liaison avec les universités et les entreprises. IVADO se veut un pôle d'excellence dans les domaines du Big data, de la recherche opérationnelle et de l'IA. (répondant no 14)

La particularité d'IVADO est qu'au sein de la grappe, il réunit tous les acteurs clés au sein de son système d'innovation interne en tant que réseaux d'organisations commerciales et de recherche axés sur la recherche, la formation, le transfert technologique ainsi que sur la création de nouvelles entreprises œuvrant dans le traitement de données massives pour la prise de décision.

Suivant la création d'IVADO, de nouvelles organisations ont été fondées afin de stimuler la collaboration entre les multiples acteurs universitaires et industriels de la grappe et soutenir de nouveaux entrepreneurs à l'aide de services d'accompagnements spécialisés. Dans le but avoué de tirer avantage de la proximité géographique des différents acteurs et de la complémentarité entre ceux-ci, un réseau de systèmes de compétences spécialisées et de service d'affaires s'est construit. C'est dans ce contexte qu'un centre d'excellence en IA à Montréal a été mis sur pied en 2018 afin d'héberger le MILA, IVADO, une division de la Banque Royale, Element AI et Thales. Il en est de même pour la création de l'incubateur *Stradigi Ventures*, de la plate-forme d'innovation ouverte *Telefonica*, de l'accélérateur d'entreprise *nextAi* ou encore de l'Espace CDPQ-Axe AI dont l'objectif est d'appuyer l'élaboration de nouveaux projets en IA. Dans toutes ces formes d'appui, une caractéristique commune demeure. Ces organismes offrent des compétences spécialisées que les petites entreprises ne peuvent pas s'offrir mais qui sont nécessaires pour soutenir la capacité d'innovation et de commercialisation des technologies d'entrepreneurs et l'éclosion de projets porteurs.

Dans cette perspective entrepreneuriale, l'émergence de la grappe industrielle en IA est un exemple où le tissu entrepreneurial a été influencé par l'établissement simultané d'entreprises et de nouvelles organisations en soutien à l'industrie sur un même territoire. À cet égard, le tissu

entrepreneurial a été consolidé non seulement par la présence de conditions préexistantes et par la proximité d'un bassin de connaissances et de compétences dans les domaines de l'IA et une concentration élevée d'industries de haute technologie, mais aussi par la formation de nouvelles organisations en soutien qui font aussi progresser les collaborations et la création de formes localisées de savoirs. La particularité du cas de l'IA à Montréal est qu'en même temps que le processus d'agglomération des entreprises se mettait en place, un processus similaire se réalisait en parallèle avec la formation de nouvelles organisations et initiatives soutenant l'entrepreneuriat. Dans le cas de l'IA à Montréal, ce processus cumulatif a permis d'élargir l'éventail de la base de connaissances, tout en faisant progresser simultanément la masse critique d'acteurs, à la fois privés et publics. D'autre part, une autre particularité du cas de l'IA à Montréal est que la formation des nouvelles organisations et d'initiatives entrepreneuriales n'a pas été initiée une fois que l'agglomération d'entreprises s'est établie, mais en parallèle à celle-ci.

L'arrivée de nouveaux acteurs étrangers

L'acquisition de Maluuba par Google en 2016, une start-up spécialisée en compréhension du langage par les machines, fait prendre conscience aux acteurs étrangers de l'importance de l'IA à Montréal. En octobre 2016, DeepMind, une entreprise spécialisée en IA dont la société mère est Google, annonce l'implantation de son laboratoire de recherche à Montréal. Les dirigeants de ce laboratoire ont l'intention de travailler en collaboration avec l'Université McGill afin de mettre en commun leur expertise en apprentissage par renforcement. Le mois suivant, Google Brain, le projet de recherche en apprentissage profond de Google, lance son groupe dédié à cette branche de recherche à Montréal dont le directeur est Hugo Larochelle, un ancien étudiant de Yoshua Bengio. En 2017, quatre autres entreprises étrangères décident d'implanter un laboratoire de recherche à Montréal : Laboratoire IBM (IBM), l'Institut des technologies avancées (Samsung), Facebook Artificial Intelligence Research (Facebook) et CortAix (Thales), et récemment DENSO a ouvert son laboratoire. En 2019, trois entreprises anglaises s'établiront à Montréal : Quantumblack, WinningMinds et Bios.

L'arrivée de toutes ces entreprises internationales à Montréal n'est pas étrangère à l'effet de la

présence d'un buzz local autour de l'IA à Montréal (Bathelt et al., 2004). Comme l'explique un acteur du milieu :

Il y a comme un effet d'attraction qui est intéressant de voir. Plus les gens s'installent, plus les gens vont venir s'installer. Donc il y a un effet qui vient se créer et tout le monde se dit la game se passe à Montréal parce qu'il y a Google, Facebook, donc il faudrait que j'aille voir moi aussi ce qui se passe là. Les gros noms attirent les gros noms. (répondant no 3)

Un autre répondant explique l'importance de la mise en commun de connaissances et des personnes qualifiées dans le domaine de l'apprentissage profond :

La main-d'œuvre reste un élément central. Je reviens sur l'un de nos événements. On avait plusieurs grandes entreprises et leur discours revenait à nous dire que c'est le bassin de talents qui les attire. Comme on dit, c'est un secteur qui est émergent, il n'y a pas plusieurs endroits dans le monde qui peuvent se placer pour les attirer. (répondant no 4)

Au-delà des raisons liées à la localisation des ressources spécifiques à Montréal, le faible coût d'exploitation d'une entreprise à Montréal, avec les crédits d'impôts et le faible coût d'opération en comparaison à d'autres grandes villes nord-américaines, est un facteur supplémentaire qui explique l'attrait de Montréal pour ces entreprises étrangères : « Les coûts associés au pouvoir de faire des affaires qui se trouvent plus bas qu'ailleurs en général [...] Montréal est une ville où ça coûte beaucoup moins cher d'engager des scientifiques. Au niveau aussi des coûts des bureaux » (répondant no 8).

L'arrivée de ces entreprises internationales met en relief deux phénomènes relativement récents en lien avec l'émergence de la grappe industrielle. Le premier est que ces entreprises étrangères contribuent à un processus cumulatif au niveau de l'agglomération de nouvelles entreprises à Montréal. La seconde est qu'à travers le processus d'internationalisation de ces entreprises, leur arrivée permet de faire progresser la création de nouvelles formes localisées de savoirs et faire bénéficier les entreprises locales de nouveaux canaux de commercialisation. Comme l'explique un autre répondant :

Avec la présence des grandes entreprises étrangères, il y aurait des possibilités de créer des liens entre ces

petites entreprises-là et des plus grosses entreprises qui ont les moyens de propulser la technologie. Se trouvant à proximité, les découvertes provenant de la recherche fondamentale seraient plus rapidement intégrées au sein des compagnies et donc plus rapidement commercialisées sur le marché. D'avoir sur place des entreprises comme Google et Facebook qui peuvent commercialiser la recherche fait en sorte que la recherche fait par les universités est beaucoup plus importante, car vous avez déjà des acteurs commerciaux qui sont là. Donc si vous développez quelque chose, vous n'êtes pas obligés d'aller à San Francisco pour le vendre. Vous pouvez le vendre immédiatement au bureau de Google qui est sur la rue à côté. Le processus est plus rapide. Ça favorise une dynamique beaucoup plus positive. (répondant no 9)

De plus, les ensembles de relations spécifiques entre des entreprises étrangères fonctionnent souvent dans un contexte de proximité géographique. Les entreprises tirent ainsi avantage de cette proximité avec notamment les universités et les instituts de recherche à Montréal qui sont à même de fournir des connaissances et des compétences spécialisées. À titre d'exemple, Samsung a créé son laboratoire en collaboration avec l'Université de Montréal, Facebook avec l'Université McGill, Thales et Quantumlahack avec le MILA.

En somme, les entreprises étrangères ont joué un rôle important à la naissance de la grappe industrielle en AI, car leur arrivée se traduit ainsi par plus d'entreprises et d'employés qualifiés favorisant ainsi l'augmentation de la masse critique des organisations au sein de la grappe. Leur présence permet aussi de fournir aux acteurs locaux l'accès à des connaissances nouvelles et de ressources complémentaires non disponibles localement, mais indispensables aux innovations.

Conclusion

Le travail entrepris dans cet article a consisté à mettre en perspective les travaux consacrés à l'émergence des grappes industrielles et d'analyser empiriquement les facteurs qui expliquent la naissance de la grappe industrielle de l'IA à Montréal. Un certain nombre de conclusions peuvent être tirées d'une analyse soulignant les traits distinctifs du cas de l'IA à Montréal tout en

contribuant au débat théorique sur l'émergence des clusters.

Plusieurs éléments peuvent être discutés à partir des enseignements riches du cas exposé de l'IA à Montréal. Le cas met en lumière une structure productive dominée par des instituts de recherche et des entreprises nouvelles qui procurent une palette de savoir-faire constituant des ressources immatérielles qui, cumulées, participent à des effets de proximité ou d'agglomération nécessaires pour le développement d'innovations. Parallèlement, l'arrivée d'entreprises étrangères et la création de laboratoires de recherche ont conduit à la constitution d'un bassin de connaissances ayant des configurations proches aux entreprises et instituts de recherche déjà en place à Montréal. De plus, des dispositifs d'accompagnement et de soutien ont été instaurés de manière à stimuler l'entrepreneuriat en IA et à rendre compétitifs les différents acteurs dans la grappe industrielle.

Deux dimensions nous apparaissent particulièrement importantes à la compréhension de l'émergence de la grappe en IA à Montréal. La première dimension est que la naissance de cette grappe repose sur une interaction entre les conditions initiales locales présentes et la naissance d'une industrie et d'une base de connaissances locale provenant de la création d'un marché de travail spécialisé, d'entreprises nouvelles et d'instituts de recherche. La seconde dimension fait intervenir une interaction forte entre le local et le global. L'émergence de la grappe a été supportée par des processus d'interaction entre les locaux et des acteurs étrangers provenant d'une variété d'emplacements géographiques. Le cas étudié a démontré que la création de nouveaux laboratoires de recherche par les entreprises étrangères a joué un rôle considérable, à la fois au niveau de l'élargissement du bassin de connaissances locales et du processus d'interactions entre les différents acteurs locaux de la grappe.

Contrairement aux travaux qui montrent que l'émergence des grappes industrielles provient de facteurs spécifiques à un territoire, le cas de l'IA à Montréal suggère aussi que la formation de grappes peut, dès le début, dépendre de liens globaux avec d'autres industries et grappes. L'arrivée de nouveaux acteurs étrangers dans un contexte de globalisation d'industries et des marchés permet non seulement de diversifier la base de connaissance locale, mais contribue aussi à la densification de la masse critique d'acteurs et

des flux de connaissances au sein de la grappe. Cet angle d'analyse, pour stimulant qu'il soit, reste encore embryonnaire. Nous croyons, en revanche, que la naissance d'une grappe industrielle n'est pas un phénomène solitaire basé explicitement que sur des conditions locales mais qu'il doit être compris à partir de l'interaction entre divers processus qui mettent en relations différents acteurs, processus et communautés qui œuvrent à différentes échelles géographiques.

Pour conclure, il conviendrait d'élargir l'étude à de nouvelles perspectives de recherche. Il serait sans doute intéressant d'analyser les logiques spatiales de réseaux entre les acteurs de l'IA provenant de différentes communautés, afin de comprendre comment la grappe industrielle évolue et se transforme en tant qu'entité réticulaire structurée autour d'acteurs variés, entité qui transcende les échelles géographiques. Parallèlement, il serait judicieux de poursuivre des travaux sur l'interaction de la grappe de l'IA avec d'autres grappes industrielles qui utilisent l'IA dans leur processus technologique ou d'affaires, notamment l'aérospatial, l'automobile ou le domaine médical. Finalement, il conviendrait d'élargir l'étude à d'autres contextes pour identifier les facteurs qui sont transversaux et ceux qui restent spécifiques au regard du contexte régional.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier Martin Simard, éditeur français et les trois évaluateurs anonymes pour les commentaires et suggestions. La réalisation de cette recherche a été possible grâce au Conseil de recherche en sciences humaines du Canada (CRSH) et le programme Creating Digital Opportunity: Canada's ICT Industry in Global Perspective. Les auteurs ont grandement bénéficié des commentaires et suggestions du coordinateur du projet, David Wolfe de l'Université de Toronto.

Références

- Aghion, P., B. F. Jones, and et C. I. Jones. 2017 Artificial Intelligence and economic growth. Report No. w23928, Stanford, CA: National Bureau of Economic Research.
- Agrawal, A. K., J. S. Gans, and et A. Goldfarb. 2017. What to expect from artificial intelligence. *MIT Sloan Management Review* 58(3): 23–30.
- Bathelt, H., A. Malmberg, and et P. Maskell. 2004. Clusters and knowledge: Local buzz, global pipelines and the process of knowledge creation. *Progress in Human Geography* 28(1): 31–56.
- Boschma, R., and et K. Frenken. 2011. The emerging empirics of evolutionary economic geography. *Journal of Economic Geography* 11(2): 295–307.
- Brenner, T. 2008. Cluster dynamics and policy implications. *Zeitschrift für Wirtschaftsgeographie* 52(1): 146–162.
- Cockburn, I. M., R. Henderson, and et S. Stern. 2018 The impact of Artificial Intelligence on innovation. Report No. w24449, Stanford, CA: National Bureau of Economic Research.
- Crespo, J. 2011. How emergence conditions of technological clusters affect their viability? Theoretical perspectives on cluster life cycles. *European Planning Studies* 19(12): 2025–2046.
- Delgado, M., M. E. Porter, and et S. Stern. 2014. Clusters, convergence, and economic performance. *Research Policy* 43(10): 1785–1799.
- Doloreux, D., D. G. Tremblay, J. L. Klein, S. Dionne, and et T. B. Hassen. 2011. Intervention publique sur le développement de grappes industrielles au Québec. *Le Géographe Canadien* 55(4): 426–438.
- Elola, A., J. M. Valdaliso, S. Franco, and et S. M. López. 2017. Public policies and cluster life cycles: Insights from the Basque Country experience. *European Planning Studies* 25(3): 539–556.
- Fang, L. 2015. Do clusters encourage innovation? A meta-analysis. *Journal of Planning Literature* 30(3): 239–260.
- Feldman, M., J. Francis, and et J. Bercovitz. 2005. Creating a cluster while building a firm: Entrepreneurs and the formation of industrial clusters. *Regional Studies* 39(1): 129–141.
- Fornahl, D., S. Henn, and et M. P. Menzel. 2010. *Emerging clusters: Theoretical, empirical and political perspectives on the initial stage of cluster evolution*. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing.
- Frenken, K., E. Cefis, and et E. Stam. 2015. Industrial dynamics and clusters: A survey. *Regional Studies* 49(1): 10–27.
- Gilbert, B. A. 2017. Agglomeration, industrial districts and industry clusters: Trends of the 21st century literature. *Foundations and Trends® in Entrepreneurship* 13(1): 1–80.
- Golman, R., and et S. Klepper. 2016. Spinoffs and clustering. *The RAND Journal of Economics* 47(2): 341–365.
- Gugler, P., and et S. Brunner. 2007. FDI effects on national competitiveness: A cluster approach. *International Advances in Economic Research* 13(3): 268–284.
- Henn, S., and et H. Bathelt. 2018. Cross-local knowledge fertilization, cluster emergence, and the generation of buzz. *Industrial and Corporate Change* 27(3): 449–466.
- Huber, F. 2011. Do clusters really matter for innovation practices in Information Technology? Questioning the significance of technological knowledge spillovers. *Journal of Economic Geography* 12(1): 107–126.
- Ingstrup, M. B., S. Jensen, and et P. R. Christensen. 2017. Cluster evolution and the change of knowledge bases: The development of a design cluster. *European Planning Studies* 25(2): 202–220.
- Isaksen, A. 2016. Cluster emergence: Combining pre-existing conditions and triggering factors. *Entrepreneurship & Regional Development* 28(9–10): 704–723.

- Ketels, C. H., and et O. Memedovic. 2008. From clusters to cluster-based economic development. *International Journal of Technological Learning, Innovation and Development* 1(3): 375-392.
- Li, P. 2018. A tale of two clusters: Knowledge and emergence. *Entrepreneurship & Regional Development* 30(7-8): 822-847.
- Martin, H., and et L. Coenen. 2015. Institutional context and cluster emergence: The biogas industry in Southern Sweden. *European Planning Studies* 23(10): 2009-2027.
- Martin, R., and et P. Sunley. 2006. Path dependence and regional economic evolution. *Journal of Economic Geography* 6(4): 395-437.
- Maskell, P., and et A. Malmberg. 2007. Myopia, knowledge development and cluster evolution. *Journal of Economic Geography* 7(5): 603-618.
- Makridakis, S. 2017. The forthcoming artificial intelligence (AI) revolution: Its impact on society and firms. *Futures* 90: 46-60.
- McCann, B. T., and et T. B. Folta. 2011. Performance differentials within geographic clusters. *Journal of Business Venturing* 26(1): 104-123.
- Menzel, M. P., and et D. Fornahl. 2010. Cluster life cycles: Dimensions and rationales of cluster evolution. *Industrial and Corporate Change* 19(1): 205-238.
- Miles, M. B., and et A. M. Huberman. 2003. *Analyse des données qualitatives*. Bruxelles: De Boeck Supérieur.
- Montréal International. 2018. Le Grand Montréal: plaque tournante de l'intelligence artificielle. Montréal, QC: <http://www.montrealinternational.com/en/foreign-investments/sectors/artificial-intelligence/>.
- Moulaert, F., and F. et Sekia. 2003. Territorial innovation models: A critical survey. *Regional Studies* 37(3): 289-302.
- Pérez-Alemán, P. 2005. Cluster formation, institutions and learning: The emergence of clusters and development in Chile. *Industrial and Corporate Change* 14(4): 651-677.
- Porter, M. E. 1998. Clusters and the new economics of competition. *Harvard Business Review* 6: 77-90.
- Shearmur, R. 2015. Far from the madding crowd: Slow innovators, information value, and the geography of innovation. *Growth and Change* 46(3): 424-442.
- Shearmur, R., and et D. Doloreux. 2016. How open innovation processes vary between urban and remote environments: Slow innovators, market-sourced information and frequency of interaction. *Entrepreneurship & Regional Development* 28(5-6): 337-357.
- Storper, M., and et R. Walker. 1989. *The capitalist imperative: Territory, technology, and industrial growth*. Cambridge, MA: Basil Blackwell.
- Ter Wal, A. L., and et R. Boschma. 2011. Co-evolution of firms, industries and networks in space. *Regional Studies* 45(7): 919-933.
- Trippel, M., M. Grillitsch, and M. et A. Isaksen. 2018. Exogenous sources of regional industrial change: Attraction and absorption of non-local knowledge for new path development. *Progress in Human Geography* 42(5): 687-705.
- Turkina, E. 2018. The importance of networking to entrepreneurship: Montreal's artificial intelligence cluster and its born-global firm element AI. *Journal of Small Business and Entrepreneurship* 30: 1-8.
- Yin, R. K. 1984. *Case study research: Design and methods*. Beverly Hills, CA: Sage Publications.