

HEC MONTRÉAL

**L'analyse des conditions d'émergence et du développement des grappes
industrielles; le cas de l'intelligence artificielle à Montréal.**

par

Geneviève Savoie Dansereau

**Sciences de la gestion
(Option Affaires Internationales)**

*Mémoire présenté en vue de l'obtention
du grade de maîtrise ès sciences en gestion
(M. Sc.)*

Avril 2018

© Geneviève Savoie Dansereau, 2018

CERTIFICAT D'APPROBATION ÉTHIQUE

La présente atteste que le projet de recherche décrit ci-dessous a fait l'objet d'une évaluation en matière d'éthique de la recherche avec des êtres humains et qu'il satisfait aux exigences de notre politique en cette matière.

Projet # : 2018-2896

Titre du projet de recherche : L'analyse des conditions d'émergence et du développement des grappes industrielles; le cas de l'intelligence artificielle à Montréal.

Chercheur principal :
Genevieve Savoie-Dansereau,

Directeur/codirecteurs :
David Doloreux
Professeur - HEC Montréal

Date d'approbation du projet : 01 septembre 2017

Date d'entrée en vigueur du certificat : 01 septembre 2017

Date d'échéance du certificat : 01 septembre 2018



Maurice Lemelin
Président du CER de HEC Montréal

Résumé

Ce mémoire étudie les facteurs et les conditions attribuables à l'émergence et au développement des grappes industrielles. À cet effet, nous présenterons une revue de littérature qui propose une approche de cycle de vie des grappes industrielles. Cette approche démontre que ces dernières passent par l'émergence, la croissance, le maintien ainsi que le déclin (Fornahl, Hassink et Menzel, 2015; Fornahl et Menzel, 2003; Menzel et Fornahl, 2009). Ce mémoire traitera donc plus spécifiquement des facteurs liés à la phase d'émergence et de croissance ci-après nommée phase de développement. Pour ce faire, nous avons porté notre choix sur l'étude de l'industrie de l'intelligence artificielle (IA) à Montréal. À cet effet, nous présenterons les facteurs liés à l'émergence et au développement de la grappe industrielle en IA à Montréal. Cette étude poursuit ainsi deux objectifs. Le premier objectif est de décrire les composantes de la structure de l'industrie de l'IA à Montréal. Le second objectif est de présenter les facteurs ayant mené à l'émergence et au développement de la grappe industrielle. Basé sur une étude de cas, ce mémoire s'appuie sur l'analyse de documents publics ainsi que sur des entretiens effectués auprès des principales parties prenantes de l'IA à Montréal, dont les entreprises, les organisations de soutien, les centres de recherche puis les établissements d'enseignement. Les données récoltées au cours de la recherche permettent de déterminer que l'émergence de la grappe industrielle s'appuie sur une industrie érigée au cours des 20 dernières années à Montréal. La récente montée de la grappe industrielle en IA est cependant tributaire de la présence de plusieurs facteurs notamment un écosystème influent et des gouvernements coopératifs. Les résultats de notre recherche exposent aussi les facteurs nécessaires afin que la grappe industrielle passe de l'émergence au développement. Ceux-ci réfèrent au financement, à la diversité sectorielle ainsi qu'au renouvellement des talents. Enfin, les contributions de ce mémoire s'ajoutent aux connaissances quant aux dimensions locales et globales en lien avec l'émergence et le développement des grappes industrielles principalement dans les industries émergentes.

Mots clés : Grappe industrielle, émergence, développement, industrie de l'intelligence artificielle, Montréal.

Table des matières

RÉSUMÉ	III
TABLE DES MATIÈRES.....	IV
LISTE DES TABLEAUX.....	VI
LISTES DES FIGURES.....	VI
LISTE DES ABRÉVIATIONS	VII
REMERCIEMENTS	VIII
INTRODUCTION	9
1. REVUE DE LITTÉRATURE.....	12
1.1. CONCEPT DES GRAPPES INDUSTRIELLES	12
1.1.1. Définitions	12
1.1.2. Caractéristiques	16
1.1.1.1. Entreprises.....	16
1.1.1.2. Institutions	18
1.1.1.3. Réseaux	19
1.1.1.4. Environnement.....	21
1.2. ÉMERGENCE DES GRAPPES INDUSTRIELLES.....	22
1.2.1. Circonstance de localisation.....	23
1.2.2. Création de réseaux	25
1.2.3. Entrepreneurs.....	27
1.3. DÉVELOPPEMENT DES GRAPPES INDUSTRIELLES	29
1.3.1. Hétérogénéité des connaissances.....	30
1.3.2. Initiatives descendantes et ascendantes	31
1.3.3. Acteurs étrangers	35
1.4. SOMMAIRE	37
2. CADRE CONCEPTUEL	40
2.1. MOTIVATIONS ET OBJECTIFS.....	40
2.2. CADRE CONCEPTUEL.....	42
3. MÉTHODOLOGIE	45
3.1. STRATÉGIE DE RECHERCHE.....	45
3.1.1. Devis de recherche.....	45
3.1.2. Étude de cas unique	46
3.2. MÉTHODE DE COLLECTE DE DONNÉES.....	47
3.2.1. Documentation	48
3.2.2. Entretiens semi-structurés.....	48
3.2.2.1. Cadre d'échantillonnage	50
3.3. TECHNIQUES D'ANALYSE.....	51
3.3.1. Frise chronologique	52
3.3.2. Analyse des données brutes.....	52

3.4. CRITÈRES DE QUALITÉ	53
3.4.1. <i>Dépendance</i>	54
3.4.2. <i>Validité du construit</i>	54
3.4.3. <i>Crédibilité</i>	54
3.4.4. <i>Transposition</i>	55
3.5. SOMMAIRE	55
4. PRÉSENTATION DU CAS	56
4.1. PORTRAIT DE MONTRÉAL	56
4.2. NAISSANCE DE L'INDUSTRIE DE L'IA À MONTRÉAL	59
4.2.1. <i>Survol de l'industrie</i>	59
4.2.2. <i>Talent scientifique local et industrie de l'IA</i>	62
4.3. STRUCTURE DE L'INDUSTRIE DE L'IA À MONTRÉAL.....	65
4.3.1. <i>Institutions de recherche</i>	66
4.3.2. <i>Entreprises</i>	70
4.3.3. <i>Gouvernements</i>	72
4.3.3.1. Gouvernement du Québec.....	72
4.3.3.2. Gouvernement du Canada.....	73
4.3.4. <i>Organisations de soutien</i>	75
4.4. SOMMAIRE	77
5. ANALYSE ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS	79
5.1. FACTEURS D'ÉMERGENCE DE LA GRAPPE INDUSTRIELLE EN IA À MONTRÉAL	79
5.1.1. <i>Entrepreneuriat et starts-ups</i>	79
5.1.2. <i>Bassin de connaissances</i>	83
5.1.2.1. Venue d'entreprises étrangères	86
5.1.3. <i>Gouvernement</i>	92
5.2. FACTEURS DE DÉVELOPPEMENT DE LA GRAPPE INDUSTRIELLE EN IA À MONTRÉAL	95
5.2.1. <i>Financement et politiques fiscales</i>	95
5.2.2. <i>Diversité sectorielle liée à l'intelligence artificielle</i>	96
5.2.3. <i>Densification du système de soutien</i>	99
5.2.4. <i>Renouvellement et attraction de talents</i>	102
5.3. DISCUSSION.....	105
6. CONCLUSION	110
6.1. SOMMAIRE	110
6.2. LIMITES DE LA RECHERCHE	113
6.3. RECHERCHES FUTURES	114
BIBLIOGRAPHIE.....	116
ANNEXES	120

Liste des tableaux

Tableau 1 - Systématisation des facteurs explicatifs de l'émergence d'une nouvelle grappe industrielle dans une région	27
Tableau 2 - Critères de sélection des participants.....	50
Tableau 3 - Répartition des répondants selon la nature de leurs activités	51
Tableau 4 - Critères de qualité des recherches qualitatives	53
Tableau 5 - Portrait sommaire régional	57
Tableau 6 - Institutions de recherche dans les domaines de l'intelligence artificielle à Montréal.....	67
Tableau 7 - Institutions de recherche issues de compagnies internationales dans les domaines de l'intelligence artificielle à Montréal	69
Tableau 8 - Entreprises œuvrant dans les secteurs d'activités de l'intelligence artificielle à Montréal.....	70
Tableau 9 - Répartition de la contribution financière du gouvernement provincial pour la supergrappe en intelligence artificielle à Montréal (en millions de dollars canadiens)	126

Listes des figures

Figure 1 - Cadre conceptuel.....	43
Figure 2 - Emploi selon le secteur d'activité (en pourcentage) en 2016	58
Figure 3 - Domaines d'application de l'intelligence artificielle	61
Figure 4 - Structure de l'industrie de l'intelligence artificielle à Montréal	65
Figure 5 - Frise chronologique des faits marquants en intelligence artificielle à Montréal	91
Figure 6 - Cadre conceptuel final.....	106

Liste des abréviations

CCMM	Chambre de commerce du Montréal métropolitain
CCEI	Conseil consultatif sur l'économie et l'innovation
CITC	Conseil des technologies de l'information et des communications du Canada
CMM	Communauté métropolitaine de Montréal
FERAC	Fonds d'excellence en recherche Apogée Canada
IA	Intelligence artificielle
ICRA	Institut canadien de recherches avancées
IDE	Investissement direct étranger
IVADO	Institut de valorisation des données
LISA	Laboratoire d'Informatique des Systèmes Adaptifs
MI	Montréal International
MILA	Institut des algorithmes d'apprentissage de Montréal
SCALE.AI	Supergrappe des chaînes d'approvisionnement propulsée par l'intelligence artificielle
SCIAN	Système de classification des industries de l'Amérique du Nord

Remerciements

Je tiens à saisir cette occasion pour adresser mes remerciements et ma reconnaissance aux personnes dont l’empreinte collaborative restera dans ce mémoire.

Mes remerciements vont tout d’abord à mon directeur de mémoire, David Doloreux. Je suis fortement reconnaissante de sa disponibilité et son intérêt apporté tout au long de la rédaction de ce mémoire.

Je remercie de même, Julien Michaud-Beaudry, qui a offert, tout au long de cette aventure, le plus grand des soutiens possibles. Merci pour tout son temps accordé et sa patience sans limites.

Qu’il me soit enfin permis de remercier tous ceux et celles qui ont accepté de m’accorder de leur temps pour les entretiens. Ceux et celles qui, d’une manière ou d’une autre, ont contribué à l’avancement des connaissances, mais dont les noms ne peuvent être cités.

Introduction

Dans un contexte d'économie mondialisée, le concept de grappe industrielle est souvent retenu afin de souligner la compétitivité des entreprises et des régions. Dues à leur capacité d'accentuer le degré d'innovation et de stimuler l'éclosion de secteur et de nouvelles entreprises, les grappes industrielles contribuent à la prospérité économique des régions. On en doit une grande partie de sa popularité aux travaux de l'économiste et chercheur Michael Porter ayant initialisé la notion des grappes industrielles, celles-ci se définissant comme la concentration d'entreprises et d'institutions interconnectées dans un champ particulier (Porter, 1998 : traduction libre).

Alors que plusieurs travaux empiriques se penchent sur les dimensions qui sont davantage de nature économique, d'autres travaux plus récents portent sur la genèse des grappes industrielles. Cette littérature ouvre l'avenue à différentes perspectives à l'égard de ces dernières. Traversant les phases de l'émergence au déclin (Fornahl, Hassink et Menzel, 2015; Fornahl et Menzel, 2003; Menzel et Fornahl, 2009), celles-ci reçoivent désormais une considération permettant de les observer comme un processus évolutif. La plupart des ouvrages composés selon cette logique décrivent la phase d'émergence comme l'étape initiale où les grappes industrielles se trouvent difficilement perceptibles regroupant, dans de nombreux cas, très peu d'acteurs (Fornahl et Menzel, 2003; Menzel et Fornahl, 2009). Certains éléments doivent néanmoins s'ajouter afin que les grappes industrielles puissent passer de l'émergence à la phase de développement. Cette deuxième phase se veut d'être caractérisée par la construction d'un écosystème agrémenté par la présence de plusieurs acteurs donnant production à de nouvelles connaissances ainsi qu'à la naissance d'interactions (Fornahl et Menzel, 2003; Menzel et Fornahl, 2009). Ce faisant, comprendre la trajectoire de ces dernières impose une analyse concernant les facteurs sous-jacents au processus évolutif. À cet effet, certains auteurs furent poussés à trouver réponse au phénomène d'émergence des grappes industrielles (Fornahl et Menzel, 2003; Isaksen, 2016; Ketels et Memedovic, 2008; Malmberg et Maskell, 2002; Maskell, 2001; Porter, 1998). Cela sous-entend la recherche de facteurs pouvant concourir à l'explication du processus évolutif de ces dernières.

En poursuivant dans la même direction, nous étudierons et présenterons les facteurs expliquant l'émergence et le développement des grappes industrielles. Parmi les industries susceptibles de se qualifier pour examiner ce sujet, celle de l'intelligence artificielle à Montréal a été retenue. Une telle industrie s'accorde particulièrement bien à l'aube de la volonté du gouvernement québécois et canadien de vouloir former une grappe industrielle dans ce domaine au cours de l'année 2017. Ainsi, l'objectif de ce mémoire est d'une part de s'interroger sur la compréhension et l'analyse des conditions d'émergence et de développement des grappes industrielles en côtoyant l'évolution de cette industrie dans la métropole québécoise. D'autre part, ce mémoire cherche à étudier les facteurs locaux et globaux nécessaires à sa trajectoire.

De ce fait, les questions de recherche se déclinent de la manière suivante :

- *Quelle est la structure de l'industrie en intelligence artificielle à Montréal nommée ci-après grappe industrielle ?*
- *Quels sont les facteurs favorisant l'émergence et le développement de la grappe industrielle en intelligence artificielle à Montréal ?*

Pour répondre à ces questions, ce mémoire se divise en six chapitres. Le premier chapitre posera les assises en exposant la revue de littérature sur les grappes industrielles. Nous y détaillerons les définitions et les caractéristiques, dont les parties prenantes et les dynamiques internes propres aux grappes industrielles. Nous présenterons également les avancements théoriques notamment au niveau de la reconnaissance de l'évolution des grappes industrielles. Cela nous autorisera à introduire les notions quant aux phases d'émergence et de développement. À chacune des phases, nous indiquerons les facteurs qui influencent la trajectoire des grappes industrielles. Le deuxième chapitre sera consacré à la présentation des objectifs ainsi qu'à l'explication du cadre conceptuel. Celui-ci s'appuie sur la revue de littérature et des travaux qui ont porté sur l'émergence et le développement des grappes industrielles. Le troisième chapitre présentera la méthodologie de notre recherche et informera des procédures empruntées durant la méthode de collecte des données et des techniques d'analyse. Le quatrième chapitre

répondra ensuite à la première question de recherche qui est d'exposer la structure industrielle de l'intelligence artificielle à Montréal. Une attention particulière est d'ailleurs portée à la description de chaque composante de la structure industrielle en IA. Le cinquième et sixième chapitre présenteront les résultats et les interprétations de l'étude des facteurs d'émergence et de développement de la grappe industrielle en IA à Montréal. Enfin, la dernière partie de ce mémoire mettra en lumière les conclusions et dégagera des pistes futures de recherche.

Ce projet de recherche contribue ainsi à l'avancement des connaissances sur les grappes industrielles en mettant en évidence les facteurs locaux et globaux nécessaires à leur émergence et développement.

CHAPITRE I

1. REVUE DE LITTÉRATURE

Dans ce chapitre, nous exposerons la revue de littérature sur les grappes industrielles (ou «*clusters*») et nous présenterons les facteurs pouvant expliquer comment celles-ci émergent et se développent. Présenter les étapes de ce processus revient à mettre en évidence, les différentes contributions théoriques et empiriques portant sur les grappes industrielles. Pour ce faire, nous définirons premièrement le concept des grappes industrielles et nous exposerons ses composantes ainsi que ses caractéristiques. Deuxièmement, nous décrirons les théories relatives à l'émergence des grappes industrielles pour mieux comprendre les différents motifs portant à leur création dans certains lieux. Nous serons ensuite amenés à décrire les facteurs de développement de ces dernières afin d'appréhender les conditions de leur évolution. Finalement, afin de concilier les éléments qui participent à l'émergence et au développement des grappes industrielles, nous proposerons un cadre conceptuel sur lequel reposera notre étude.

1.1. Concept des grappes industrielles

1.1.1. Définitions

Depuis plusieurs années déjà, le concept de grappe industrielle suscite un intérêt non seulement de la part des géographes économiques, mais également des économistes et des décideurs politiques (Martin et Sunley, 2003). À travers les différents travaux, ceux de Michael Porter semblent, de loin, être les plus connus. Le fondement de ses contributions théoriques explique que les grappes industrielles :

are geographic concentrations of interconnected companies and institutions in a particular field. Cluster encompass an array of linked industries and other entities important to competition. They include, for example, suppliers of specialized inputs such as components, machinery, and services, and providers of specialized infrastructure. Cluster also often extend downstream to channels and customers and laterally to manufacturers of complementary products and to companies in industries related by skills, technologies, or common inputs. Finally, many cluster include

governmental and other institutions—such as universities, standards-setting agencies, think tanks, vocational training providers, and trade associations—that provide specialized training, education, information, research and technical support. (Porter, 1998).

Quoique cette forme d'agencement organisationnel ne se conforme pas au système de classification industrielle standard, les grappes industrielles se forment dans plusieurs industries (Porter, 2000). Ce dernier admet, de la même façon, que l'étendue des grappes industrielles se rapporte à différents niveaux géographiques, notamment dans les États, les villes et les zones rurales (Porter, 2000). Dès leur formation, l'ensemble des parties prenantes deviennent complémentaires ce qui sous-entend que la performance générale d'un acteur affecte celle des autres. Chaque partie prenante se doit ainsi de soutenir la performance d'autrui afin de permettre à l'entière de la grappe industrielle de préserver un niveau de compétitivité élevé sans quoi elle s'estompera (Porter, 1990, 1998). Pour ces raisons, la venue d'autres joueurs conduit à de nouvelles occasions d'interconnexions ce qui favorise la diversité et facilite l'introduction de connaissances nécessaires au maintien des grappes industrielles (Porter, 1990).

Ces dernières sont devenues économiquement profitables pour les régions concernées dans la mesure où elles constituent un motif valable pour les investissements directs étrangers (Porter, 2000). Dans ces circonstances, les entreprises étrangères sont susceptibles de prendre part aux activités des grappes industrielles à condition que les investissements qu'elles entreprennent soient permanents (Porter, 2000). À cet effet, il est possible que les entreprises étrangères déménagent des unités commerciales dans les endroits où se trouvent les grappes industrielles de sorte à bénéficier des avantages que procure un emplacement dans celles-ci (Porter, 2000).

Par souci de clarté, Porter (1990) identifie, dans son modèle du diamant, les déterminants à réunir afin de créer un environnement économique qui soutient cette compétitivité. Ce modèle repose sur quatre facteurs interdépendants soit : les facteurs de production, les conditions de la demande, les industries apparentées puis la stratégie, la structure et la rivalité des entreprises. De plus, Porter (1990) soulève que la proximité est importante du

moment qu'elle accroît les interactions entre les déterminants qui constituent le diamant. Par conséquent, les grappes industrielles ne sont pas dispersées physiquement ; elles ont plutôt tendance à se regrouper géographiquement, car la conjonction des déterminants de ce modèle mène à des effets positifs.

Bien que les théories porterienne sur les grappes industrielles soient devenues populaires, cela ne garantit pas leur profondeur (Ron Martin et Sunley, 2003). Rocha (2004) avance qu'il est primordial de nuancer la conceptualisation des travaux de Porter, car sa définition semble se limiter à un phénomène industriel plutôt que territorial. Il en vient à la conclusion que les grappes industrielles sont « un groupe d'entreprises et d'institutions associées dans des industries connexes, géographiquement à proximité, et qui sont liées par des interdépendances économiques et sociales » (Rocha, 2004 : traduction libre). Dans le même ordre d'idées, le terme grappe industrielle est simplement retenu pour « représenter la concentration d'entreprises qui sont en mesure de produire des synergies en raison de leur proximité géographique et de leur indépendance, malgré que leur échelle d'emploi ne soit pas prononcée ou prééminente » (Rosenfeld, 1997 : traduction libre).

Ketels et Memedovic (2008), quant à eux, fournissent une définition des grappes industrielles qui trouve son fondement dans la présence de trois piliers : la proximité géographique, la création de valeur et l'environnement d'affaires. Le premier pilier relève du niveau géographique puisque les acteurs composant les grappes industrielles ont tendance à se concentrer à proximité. Ensuite, il existe au sein des grappes industrielles des entreprises et des institutions apparentées. Cet aspect permet la création de valeur, qui constitue le deuxième pilier. Enfin, le troisième pilier renvoie à l'environnement d'affaires (ou «*business environment*»). Celui-ci résulte de la combinaison des organisations qui prennent part aux activités des grappes industrielles et qui contribuent à davantage le rendre compétitif. Les parties prenantes bénéficient ainsi, à plusieurs égards, de cet environnement notamment par des retombées de connaissances (ou «*knowledge spillovers*») et des effets d'apprentissage de leurs pairs (Ketels et Memedovic, 2008).

Cependant, l'accent porté sur ces définitions notées omet le caractère évolutif des grappes industrielles. Pour contrer cet écart, une littérature plus récente avance de nouvelles approches qui reconnaissent l'évolution des grappes industrielles. Ces dernières progressent donc à travers un cycle de vie qui s'étend de l'émergence au déclin (Fornahl, Hassink et Menzel, 2015; Menzel et Fornahl, 2009).

Ron Martin et Sunley (2011) proposent, à cet effet, une définition qui intègre un modèle progressif, considérant que les grappes industrielles sont des systèmes complexes qui évoluent, s'adaptent et se transforment. Cela s'entend de la présence de plusieurs composantes avec des fonctions et des interrelations qui expriment une identité particulière ainsi qu'un degré de connectivité (Ron Martin et Sunley, 2011). En ce sens, les composantes sont les entreprises et les institutions associées qui forment les grappes industrielles (Ron Martin et Sunley, 2011). À leur tour, Menzel et Fornahl (2009) fournissent une approche évolutive. Ils considèrent les grappes industrielles comme étant un « ensemble de compagnies et d'institutions interconnectées autour d'un point central au sein d'une frontière spatiale et thématique » (Menzel et Fornahl, 2009 : traduction libre). Menzel et Fornahl (2009) indiquent que le processus évolutif résulte des changements auxquels sont soumises les parties prenantes. En effet, lors de la progression des grappes industrielles, il est possible de voir des changements dans les limites spatiales, dans les interconnexions puis dans la composition des entreprises et institutions. Pour ces derniers, cela admet le caractère de transformation ayant pour résultat l'évolution des grappes industrielles (Menzel et Fornahl, 2009).

Malgré sa grande popularité, le concept de grappe industrielle entraîne un degré de confusion. Ceci est attribuable à la pluralité des définitions qui témoigne de la difficulté à délimiter ce concept. Autrement dit, lors de l'analyse des grappes industrielles, certains auteurs, à l'image de Porter par exemple, se sont davantage prononcés sur des définitions sommaires alors que d'autres ont préféré avancer une perspective évolutive. Cette seconde approche est d'ailleurs retenue pour les fins de ce mémoire ouvrant ainsi l'espace à la réflexion quant à l'émergence et le développement des grappes industrielles.

Suite à la présentation des définitions, il semble raisonnable de mettre en évidence que la littérature propose des éléments importants qui caractérisent le concept de grappe industrielle. Parmi ceux-ci, nous retrouvons des éléments tels que la concentration d'acteurs économiques (entreprises et institutions), la proximité géographique, des complémentarités ou des interdépendances développées volontairement (coopération) et enfin l'importance accordée à l'environnement. Ces éléments seront davantage décrits dans les sous-sections qui suivent.

1.1.2. Caractéristiques

Il convient dorénavant de présenter les caractéristiques déterminantes, car cela admet un pas vers une meilleure compréhension des grappes industrielles. Plus encore, cette sous-section permettra de comprendre le rôle et la dynamique des acteurs impliqués dans cette structure industrielle.

1.1.1.1. Entreprises

Les entreprises sont des agents économiques qui doivent être considérés en tant qu'organismes d'apprentissage (Doloreux, 2002). Bien qu'elles puissent prendre différentes formes juridiques, les entreprises jouent un rôle important, car elles sont tenues de produire de la nouveauté et de la variété en matière de connaissances pour innover et ainsi contribuer au fonctionnement économique des grappes industrielles (Doloreux, 2002; Fornahl, Hassink et Menzel, 2015). Les entreprises se caractérisent de différentes façons selon leur taille et leur capacité d'absorption, par exemple. Ces différences importent quant aux rôles et aux positions que celles-ci souhaitent préserver au sein des grappes industrielles (Ter Wal et Boschma, 2011). Qui plus est, Ron Martin et Sunley (2011) relèvent que la composition d'entreprises présentes dans les grappes industrielles se transforme, car de nouvelles entreprises s'intègrent alors que d'autres cessent d'exister. Cette formation diversifiée d'entreprises est nécessaire afin de produire de la nouveauté et ainsi conserver un degré de compétitivité à l'intérieur des grappes industrielles (Ron Martin et Sunley, 2011).

Comme l'indique Porter (1998), les grappes industrielles ont la particularité de faire coexister la concurrence et la coopération ce qui stimule la performance et incite à l'efficacité. Ce dernier sous-entend que les entreprises localisées dans les grappes industrielles peuvent avoir accès à des intrants spécialisés à moindres coûts y compris les composantes, les machineries, les services aux entreprises ainsi que les ressources spécialisées. Cet environnement exclusif aux grappes industrielles en vient alors à améliorer la productivité des parties prenantes la composant. Les liens développés entre ces dernières favorisent l'innovation, car les parties prenantes peuvent entreprendre des partenariats dans l'intention de générer des projets novateurs (Porter, 2000). Enfin, la proximité géographique facilite l'accès aux nouvelles technologies de manière plus rapide, ce qui incite les parties prenantes à innover (Porter, 2000).

Face à cette réalité, la performance des entreprises dans les grappes industrielles devrait être supérieure à celles qui ne les intègrent pas en raison des bénéfices internes qui se créent selon Porter (2000) et Ter Wal et Boschma (2011). Cependant, Chalaye et Massard (2009) font remarquer que la présence à elle seule d'une entreprise dans les grappes industrielles ne suffit pas pour améliorer sa performance. La possibilité de bénéficier des avantages que procurent les grappes industrielles dépend des compétences propres aux entreprises telles leur capacité à s'immiscer dans les réseaux et leur capacité d'absorption (Chalaye et Massard, 2009). Dans les faits, la capacité d'absorption d'une entreprise renvoie à ses aptitudes à pouvoir exploiter et assimiler des connaissances provenant de l'extérieur pour les appliquer à de fins internes (Cohen et Levinthal, 1990). Cette capacité repose ainsi sur les connaissances sous-jacentes propres à chaque individu ainsi qu'aux implications qu'ils entreprennent pour conserver la performance des entreprises (Cohen et Levinthal, 1990). En conséquence, les entreprises qui disposent d'une forte capacité d'absorption sont mieux outillées pour reconnaître la valeur de nouvelles connaissances et se trouvent en mesure de les appliquer plus facilement à des fins commerciales (Menzel et Fornahl, 2009).

Dès lors, les entreprises s'inscrivent telles des composantes importantes et se trouvent au cœur des activités des grappes industrielles. Celles-ci sont appelées à combiner leurs

connaissances avec leurs pairs dans l'intention d'encourager un degré plus élevé de performance. Il importe toutefois, pour les entreprises, d'investir dans leur capacité d'absorption de manière à pouvoir exploiter les connaissances externes en vue d'en tirer avantage sur le marché.

1.1.1.2. Institutions

Il existe deux types d'institutions, soit les institutions formelles et informelles. Les institutions formelles au sein des grappes industrielles sont des organisations telles que les centres de recherche, les établissements d'enseignement et les associations¹ (Menzel et Fornahl, 2009). Les institutions formelles servent d'appui aux entreprises avec lesquelles elles entretiennent des relations complémentaires. Celles-ci sont portées à collaborer ce qui favorise les échanges et la création de synergies (Menzel et Fornahl, 2009) rendant souvent plus compétitives les grappes industrielles.

Les institutions formelles peuvent, par ailleurs, détenir des fonctions précises afin d'encadrer l'ensemble des réglementations établies. Celles issues de la fonction publique ou du secteur privé peuvent soutenir les activités économiques par des dépenses spécialisées dans les infrastructures et dans les programmes d'éducation par exemple (Porter, 1998). Selon leur nature, les institutions formelles sont également susceptibles de générer de nouvelles connaissances, ce qui donne la possibilité aux entreprises d'en bénéficier (Wolfe et Gertler, 2004). En effet, les établissements d'enseignement et les institutions de recherche représentent un générateur important de nouvelles connaissances uniques pour les entreprises des grappes industrielles (Wolfe et Gertler, 2004).

Quant aux institutions informelles, il s'agit des aspects tels que les conventions, les valeurs et les normes communes qui définissent le comportement et les pratiques des parties prenantes (Perez-Aleman, 2005; Wolfe et Gertler, 2004). Les institutions informelles structurent les interactions politiques, économiques et sociales. Partant de ce postulat, l'aménagement des institutions formelles au sein des grappes industrielles est

¹Afin d'éviter toutes confusions, le terme association est retenu tel un regroupement de personnes travaillant dans un but commun.

facilité si les parties prenantes partagent les mêmes normes. Lorsque tous s'accordent sur des arrangements institutionnels ou des conventions, la diffusion des idées et les relations se montrent simplifiées à travers les grappes industrielles (Perez-Aleman, 2005).

Pour faire suite à la distinction entre les institutions formelles et informelles, il convient d'introduire la notion de proximité institutionnelle. Celle-ci permet de joindre à la fois les règles institutionnelles et l'ensemble des habitudes culturelles, entendues comme des valeurs (Boschma, 2005). La proximité institutionnelle se manifeste comme étant importante, car elle peut impacter les interactions et l'innovation entre les parties prenantes. Cela étant dit, la proximité institutionnelle facilite la transmission des connaissances que ce soit au niveau local ou global (Wolfé et Gertler, 2004), car partageant les mêmes règles institutionnelles et habitudes, l'information est mieux assimilée par les parties prenantes. À l'inverse, une trop grande proximité institutionnelle est défavorable, laissant très peu d'occasions propices à l'innovation (Boschma, 2005).

Décidément, les institutions sont essentielles pour les grappes industrielles et peuvent prendre plusieurs rôles. La présence d'institutions formelles est favorable pour produire et joindre les compétences aux entreprises. Les institutions informelles, qui émergent des interactions entre les acteurs, quant à elles, encouragent l'adoption de pratiques communes. Cependant, lorsque les institutions diffèrent menant à l'écart d'une proximité institutionnelle, il y a possibilité d'un manque de cohésion entre les parties prenantes ce qui entrave le maintien des synergies, le transfert de connaissances et la mise au point d'innovations dans les grappes industrielles (Boschma, 2005).

1.1.1.3. Réseaux

La notion de réseaux est importante dans les grappes industrielles, car le besoin en connaissances diversifiées est nécessaire afin de préserver un niveau de compétitivité élevé. Pour y parvenir, les grappes industrielles mettent en place des réseaux, c'est-à-dire un ensemble de voies de communication et d'interrelations qui permet le déplacement et la diffusion des connaissances, des informations ainsi que des meilleures pratiques parmi

les parties prenantes (Rosenfeld, 2002). Ceci suggère que la diffusion des connaissances se réalise quoique la proximité géographique ne soit pas de mise (Wolfe et Gertler, 2004).

À l'intérieur des grappes, les réseaux se bâtissent naturellement à travers des interactions spontanées ou récurrentes. Par exemple, lors des contacts face à face, en la présence d'entreprises et d'institutions de même qu'en discutant avec les fournisseurs (Bathelt, Malmberg et Maskell, 2004). Ces rencontres permettent l'échange de connaissances à travers le réseau interne des grappes industrielles.

En plus des réseaux internes, les grappes industrielles peuvent établir des liens avec d'autres acteurs provenant de l'extérieur. Bathelt, Malmberg et Maskell (2004) utilisent le terme « *pipelines* » en référence aux canaux externes utilisés par les acteurs des grappes industrielles pour interagir avec des parties prenantes malgré la distance géographique qui les sépare. Les réseaux externes justifient la possibilité de créer une liaison entre de multiples environnements tous étant liés à travers des réseaux de communication externes. Toutefois, la mise en place des *pipelines* requiert plusieurs efforts, dont le partage d'une proximité institutionnelle favorisant par conséquent le transfert d'informations. La qualité des interactions à travers les réseaux externes est également influencée par le degré de confiance qui existe entre les parties prenantes (Bathelt, Malmberg et Maskell, 2004). Il est donc juste de mentionner que la proximité géographique entre les acteurs des grappes industrielles semble favoriser une meilleure coordination et le développement de relations de confiance plus solide (Porter, 1998).

Ultimement, les réseaux permettent la création de liens à l'intérieur ou à l'extérieur des grappes industrielles en plus d'autoriser l'accès à des sources d'informations supplémentaires (Boschma, 2005). Les entreprises et les institutions ont avantage à bâtir ou faire partie des réseaux puisque les retombées impliquent d'avoir accès à des connaissances et des informations ce qui est un facteur prépondérant pour la performance et le développement des grappes industrielles. À même la grappe industrielle, les échanges de connaissances sont facilités par les interventions répétitives. Quoique la mise en place des *pipelines* nécessite davantage d'efforts, lorsque ceux-ci sont bien ancrés, ils

permettent de connecter l'environnement local avec l'environnement global (Bathelt, Malmberg et Maskell, 2004).

1.1.1.4. Environnement

En considérant que les grappes industrielles interagissent avec leur environnement, elles ont tendance à émerger où il y a présence d'éléments favorables. À cet effet, les endroits qui démontrent un potentiel supérieur pour l'éclosion des grappes industrielles sont les régions métropolitaines, puisque les installations de recherche et d'éducation sont appropriées, le marché du travail est adéquat et l'environnement d'affaires est favorable (Doloreux et Shearmur, 2012). Les régions métropolitaines sont également naturellement disposées à détenir de meilleures infrastructures à l'instar des régions non métropolitaines. À l'évidence, Doloreux et Shearmur (2012) soulignent que les régions périphériques et rurales sont souvent moins équipées pour faire prospérer les grappes industrielles. Ces régions ne participent pas pleinement aux réseaux ce qui limite l'accès aux connaissances pour les acteurs. En contrepartie, les régions qui bénéficient d'une concentration majeure d'activités économiques influencent le niveau de performance des grappes industrielles et accentuent les possibilités d'avoir accès aux réseaux de connaissances au cours de leur évolution (Ketels et Memedovic, 2008). Dans ces conditions, il semble préférable pour la compétitivité des grappes industrielles de se trouver dans un environnement favorisant ces conditions.

De plus, la présence de grappes industrielles confère un bénéfice pour l'environnement. Cela a conduit certains auteurs, à l'image de Chalaye et Massard (2009) à mentionner que les grappes industrielles impactent positivement l'économie régionale. Cela étant dit, pour les décideurs politiques, la construction d'un environnement destiné à l'accueil des grappes industrielles devient un élément à considérer. Pour ce faire, les gouvernements ont la possibilité de modifier les politiques, d'encourager le développement d'établissements spécialisés, d'accorder des investissements et de stimuler l'entrepreneuriat (Rosenfeld, 2002). Par la mise en place de ces mesures, l'environnement devient ainsi plus attrayant pour les grappes industrielles.

Enfin, les grappes industrielles s'appuient sur les ressources dont dispose un territoire pour se développer et soutenir leur compétitivité. Lorsqu'elles se situent dans un environnement régional favorable, les grappes industrielles peuvent tirer parti de la qualité de celui-ci pour atteindre une performance plus élevée. D'un autre côté, les activités qu'entretiennent les grappes industrielles dans les endroits moins développés semblent constituer un obstacle pour leur croissance, car peu d'avantages exploitables s'y trouvent (Ketels et Memedovic, 2008). Un environnement régional propice contribue ainsi à l'émergence et au développement des grappes industrielles (Ter Wal et Boschma, 2011).

1.2. Émergence des grappes industrielles

Nous venons de décrire les composantes et les caractéristiques inhérentes aux grappes industrielles. Il convient à présent d'aborder le cadre de réflexion des prochaines sections qui s'appuie sur une littérature récente qui porte sur la conceptualisation des grappes industrielles selon un modèle de cycle de vie («*cluster life cycles*») introduit par Fornahl et Menzel (2003). Ce modèle comporte quatre phases, soit l'émergence, la croissance, le maintien et le déclin (Fornahl et Menzel, 2003). Parmi les travaux ayant utilisé cette conceptualisation, les auteurs évoquent plusieurs particularités, considérées dans ce mémoire comme des facteurs, fournissant une explication quant au mouvement des grappes industrielles à travers ces phases (Isaksen, 2016; Ketels et Memedovic, 2008; Malmberg et Maskell, 2002; Maskell, 2001; Santner et Fornahl, 2014; Ter Wal et Boschma, 2011; Trippel *et al.*, 2015).

Au stade d'émergence, les grappes industrielles sont difficilement identifiables, la masse critique d'acteurs n'est pas encore atteinte, nous ne pouvons parler de concentration géographique et les effets de collaboration ne sont pas tout à fait perceptibles (Fornahl et Menzel, 2003; Menzel et Fornahl, 2009). Le second stade se caractérise par l'augmentation de nouvelles entreprises favorisant la croissance des grappes industrielles (Fornahl et Menzel, 2003). Au cours de cette transition, les grappes industrielles ont intérêt à s'ouvrir au marché extérieur afin d'encourager les acteurs externes à se joindre à la masse critique (Santner et Fornahl, 2014). Au stade de maintien, la croissance des

grappes industrielles est ralentie, mais celles-ci doivent s'adapter aux changements résultant de l'environnement externe (Fornahl et Menzel, 2003). Afin de poursuivre ses activités et ne pas tomber en déclin, les grappes industrielles doivent, par exemple, retrouver un nombre de parties prenantes différentes pour encourager la formation de nouvelles connaissances (Menzel et Fornahl, 2009). En effet, selon Trippi *et al.* (2015) la disponibilité des connaissances soutient la progression des grappes industrielles à travers leur cycle de vie. Enfin, les grappes industrielles arrivent au déclin si les synergies entre les parties prenantes ne permettent plus aux entreprises de progresser et que les ressources sur lesquelles s'appuie la grappe industrielle ne sont plus disponibles (Fornahl et Menzel, 2003).

Cela étant dit, en référence à la conceptualisation du cycle de vie des grappes industrielles, notre étude portera exclusivement sur les deux premières phases à savoir l'émergence et la croissance ci-après nommée la phase de développement. Pour ce faire, la présente section se penchera sur les origines théoriques de la constitution des grappes industrielles pour en faire ressortir les facteurs propices à leur émergence. Tout bien considéré, la phase d'émergence est la première étape pour les grappes industrielles et leur cheminement reste encore bien imprécis (Fornahl et Menzel, 2003). Dans la seconde partie de la revue de littérature, nous porterons une attention plus particulière à présenter les facteurs de développement des grappes industrielles.

1.2.1. Circonstance de localisation

L'une des théories de base utilisée pour expliquer l'émergence des grappes industrielles fait référence aux conditions présentes sur un territoire. Il s'agit d'une part des ressources naturelles et d'autre part, des ressources physiques. Cela s'entend, par exemple, des ressources financières ainsi que les connaissances disponibles inhérentes à une localisation (Sölvell, 2008). Ces aspects spécifiques fournissent des conditions favorables pour les entreprises et les institutions afin d'exploiter la richesse des ressources présentes dans l'optique d'en créer de nouvelles (Ketels et Memedovic, 2008). Les régions qui n'offrent pas de telles conditions sont moins disposées à recevoir la formation d'une

nouvelle industrie pouvant éventuellement prendre la forme d'une grappe industrielle (Ter Wal et Boschma, 2011).

Les hypothèses articulées autour des ressources ne sont toutefois pas les seules retenues pour expliquer la formation des grappes industrielles. Porter (1990, 1998) avance d'autres déterminants qui permettent à un lieu de se prévaloir un avantage et ainsi accueillir la formation de grappes industrielles sur son territoire. D'abord, l'existence d'industries apparentées et de fournisseurs dans un endroit influence positivement l'arrivée de nouveaux joueurs (Porter, 1990, 1998). En ce sens, les acteurs industriels contribuent à la diffusion d'informations et encouragent la formation de plusieurs autres industries dans des domaines connexes. Comme le font remarquer Ter Wal et Boschma (2011), il est plausible que de nouveaux secteurs tendent à se développer à partir des industries apparentées que l'on retrouve dans un endroit. La présence d'une demande particulière peut ensuite être retenue pour expliquer la formation des grappes industrielles. Puis, bien qu'il admette que cela devrait rarement servir d'explication, Porter (1990), identifie la chance (ou hasard) comme l'un des déterminants de l'émergence des grappes industrielles. Il entend par le facteur chance, des événements historiques qui sont survenus sans explications ou liens directs ayant mené à la formation d'une grappe industrielle (Porter, 1990).

Sans pour autant nier ces avantages, Ketels et Memedovic (2008) misent sur l'argument que certaines grappes industrielles émergent en raison de leur proximité avec des entreprises et des établissements d'enseignement. Dans les faits, il est possible d'apercevoir l'émergence d'une masse critique qui s'est formée en s'appuyant sur le capital humain et les idées que génèrent les entreprises et les établissements d'enseignement dans un endroit. Comme l'expliquent Golman et Klepper (2014), le phénomène de « *spin-offs* » fait prendre conscience aux travailleurs de la rentabilité potentielle d'exploiter leurs connaissances acquises à travers d'autres organisations en devenant des entrepreneurs. En possédant les connaissances apprises au cours de leurs expériences, ces derniers sont en mesure d'esquiver le processus lourd et coûteux pour récolter les connaissances; ce processus par lequel doivent habituellement passer les

nouvelles entreprises (Maskell, 2001). Intuitivement, les entrepreneurs issus d'un processus de *spin-off* s'installent à proximité de leur ancienne organisation, car ils n'ont aucun avantage à s'en éloigner. Ces derniers préfèrent s'établir à faible distance géographique d'où ils ont formé leurs réseaux professionnels et où ils peuvent avoir accès à des connaissances plus aisément (Isaksen, 2016). Dans ces circonstances, les *spin-offs* tendent à contribuer à l'augmentation de la masse critique ainsi qu'à formation des grappes industrielles (Golman et Klepper, 2014).

Décidément, le modèle qui s'articule autour de ces résultats a des implications profondes, car cela sous-entend que les *spin-offs* sont une condition suffisante pour l'émergence des grappes industrielles (Golman et Klepper, 2014). En se séparant de leurs organisations, ces derniers contribuent à l'augmentation du nombre d'entreprises, ce qui est favorable à l'émergence des grappes industrielles. Néanmoins, d'après ce qui vient d'être souligné, cela est vraisemblable lorsqu'il y a un intérêt à s'implanter dans les localisations, c'est-à-dire là où il y a présence d'avantages exploitables et que l'environnement est propice à l'accueil de grappes industrielles.

1.2.2. Création de réseaux

Il a été mentionné, lors de la présentation des définitions des grappes industrielles, que les parties prenantes entretiennent des relations de nature coopérative et concurrentielle. Cela s'explique par le fait que les grappes industrielles sont reliées à travers deux dimensions caractérisées d'horizontales et de verticales (Porter, 1998, 2000).

De manière concrète, la dimension horizontale se compose d'entreprises engagées dans des activités semblables et dont leur offre finale de produits et services est similaire. Dans cette dimension, les entreprises sont perçues comme des compétiteurs (Malmberg et Maskell, 2002). Il est donc plus courant de remarquer des relations s'effectuer à travers la dimension verticale (Maskell, 2001). Celle-ci s'entend des entreprises complémentaires en raison de leur positionnement dans la chaîne de production. Malmberg et Maskell (2002) déterminent que les étapes d'un processus de production sont menées selon la dimension verticale, ce qui nécessite une synchronisation entre les parties prenantes.

Cette dimension requiert de la collaboration et permet aux entreprises d'entreprendre des activités complémentaires (Malmberg et Maskell, 2002).

Dans cette conception, la dimension horizontale joue un rôle important dans la formation des grappes industrielles (Bathelt, Malmberg et Maskell, 2004). Étant donné que les collaborations et les synergies ne sont pas pleinement établies au cours de la phase d'émergence, les entreprises n'ont pas forcément de partenaires. Cela étant dit, les entreprises ont la possibilité d'observer les activités qu'entreprennent leurs rivaux sans partenariat ni coût supplémentaire lorsqu'ils se trouvent à proximité géographique (Bathelt, Malmberg et Maskell, 2004; Malmberg et Maskell, 2002; Maskell, 2001). Cela signifie que les entreprises tirent avantage et apprennent de ce qu'elles observent. Ce faisant, c'est en portant une attention particulière que les entreprises qui maintiennent des liens horizontaux s'engagent dans un processus d'apprentissage (Malmberg et Maskell, 2002).

Quant à la dimension verticale, les entreprises tendent à se spécialiser ce qui leur permet de constater les anomalies qui auraient précédemment été inaperçues dans les grappes industrielles. Cette remarque conduit à la génération de nouvelles idées et au développement de moyen d'amélioration (Malmberg et Maskell, 2002). La création d'une dimension verticale favorise ainsi le développement et accélère la croissance de connaissances à travers les parties prenantes des grappes industrielles. Une fois l'industrie installée sur un territoire, les entreprises dans ce domaine envoient des demandes répétitives pour certains services spécialisés. Cette dynamique transmet un signal pour les fournisseurs (Bathelt, Malmberg et Maskell, 2004). En conséquence, le rapprochement favorisé par la dimension verticale permet la mise en place de réseaux de transaction et de communication entre les acteurs (Bathelt, Malmberg et Maskell, 2004).

Considérant ce qui précède, les entreprises en place dans les grappes industrielles sont en mesure de récolter les avantages que rapporte l'apprentissage à travers les réseaux des dimensions horizontales et verticales (Maskell, 2001). À cet effet, les organisations situées ailleurs pourraient être tentées d'intégrer les grappes industrielles ou leurs réseaux

afin d’avoir un accès plus considérable aux connaissances. Ayant repris cette logique, Maskell (2001) suggère que la principale raison de l’émergence des grappes industrielles repose sur la création de connaissances qui s’effectue par l’intermédiaire des dimensions horizontales et verticales abordées (Wolfe et Gertler, 2004).

1.2.3. Entrepreneurs

Isaksen (2016) propose une approche différente pour expliquer l’émergence des grappes industrielles. En dépit de sa reconnaissance pour les conditions préexistantes ainsi que les connaissances qui permettent aux grappes industrielles d’évoluer, Isaksen (2016) met l’emphase sur les entrepreneurs et les connaissances dans le processus d’émergence de ces dernières. Son cadre théorique explicité ci-dessous (Tableau 1) fournit une approche différente et intègre un point de vue quant aux niveaux micro, méso et macro pour expliquer l’émergence des grappes industrielles.

Tableau 1 - Systématisation des facteurs explicatifs de l’émergence d’une nouvelle grappe industrielle dans une région

	Conditions préexistantes	Facteurs de déclenchement
Micro	Entrepreneurs latents qui créent ou mobilisent les connaissances	Création d’une ou plusieurs entreprises pionnières par des entrepreneurs locaux ou des entrepreneurs externes
Méso	Présence de connaissance pertinente dans la région et capacité d’absorption des connaissances	Acteurs qui combinent des connaissances existantes et/ou commercialisent des connaissances
Macro	Disponibilité des nouvelles connaissances technologiques	Changement dans le cadre institutionnel national ou international

Note : traduit de Isaksen (2016 : p.5)

Le fondement de son argumentation au niveau micro se base sur l’accès aux connaissances pour les acteurs locaux. Malgré la présence de connaissances dans une région, celles-ci doivent être activées pour ensuite permettre aux nouvelles entreprises de les exploiter. Les entrepreneurs disposent ainsi de cette capacité à créer et mobiliser les connaissances afin de les rendre profitables et accessibles aux entreprises (Isaksen, 2016).

Le second niveau (méso) explique que l'émergence des grappes industrielles est attribuable à la combinaison ou à la commercialisation des connaissances qu'exercent les entrepreneurs dans une région. Pour y parvenir, les entrepreneurs utilisent leur positionnement dans les réseaux afin d'intégrer des connaissances externes au niveau local. Celles-ci peuvent, par la suite, être combinées pour des utilités commerciales. Face à cette situation, les grappes industrielles n'émergent pas seulement dans les domaines qui s'adonnent être entièrement nouveau pour l'économie régionale, mais aussi bien dans les domaines où les connaissances actuelles sont présentes et exploitables (Ketels et Memedovic, 2008). Dans son étude de cas réalisée à Arendal, une ville portuaire norvégienne, Isaksen (2016) s'intéresse à ce qui a provoqué l'émergence de la grappe industrielle en construction de navire. Au cours des années 1950, deux entreprises norvégiennes ont concentré leurs investissements dans le développement de bateaux en fibre de verre, puisque la ville d'Arendal détenait a priori des compétences traditionnelles dans la confection de bateaux en bois (Isaksen, 2016). Près de deux années plus tard, les activités du secteur ont été propulsées en raison des activités de *spin-off* provenant d'entreprises pionnières. Cette connaissance nouvellement disponible a permis d'attirer de nouvelles entreprises dans le secteur. Cet exemple va de pair avec les propos de Ketels et Memedovic (2008) qui considèrent que les grappes industrielles émergent où les connaissances actuelles sont présentes et exploitables à des fins bénéfiques ou commerciales.

Pour ce qui est de l'explication du dernier niveau du cadre théorique de Isaksen (2016), il est possible que des opportunités surviennent pour les entrepreneurs suivant certains changements dans les réglementations (Isaksen, 2016). Suivant ce postulat, l'émergence des grappes industrielles peut indirectement être attribuable à des changements dans le cadre institutionnel. Il est possible que les décisions provenant du gouvernement affectent la trajectoire des grappes industrielles, bien que les impacts ne soient pas toujours de nature intentionnée (Wolfe et Gertler, 2004). Par exemple, une suite d'événements non reliés de la part du gouvernement a permis aux entrepreneurs de démarrer leur entreprise à Washington, ce qui a favorisé la constitution de la grappe industrielle en biotechnologie dans cette région (Feldman, 2001; Feldman, Francis et Bercovitz, 2005). Ce faisant, la

présence d'un groupe de talent concentré dans les économies locales peut servir de facteur clé à la constitution des grappes industrielles (Wolfe et Gertler, 2004).

Bien que les actions du gouvernement ne soient parfois pas intentionnelles comme rapportés, il est possible que certains décideurs politiques tentent plutôt, de manière directe, de faire émerger des grappes industrielles (Ketels et Memedovic, 2008). Pour ce faire, les politiques stimulent les investissements dans des infrastructures spécialisées afin de temporairement protéger la région concernée de la concurrence (Ketels et Memedovic, 2008). Toutefois, les interactions propres aux des grappes industrielles semblent trop complexes pour être reproduites et implémentées par le gouvernement menant ainsi rarement au succès de leur émergence (Ketels et Memedovic, 2008).

L'approche proposée par Isaksen (2016) reconnaît ainsi la division des facteurs à une échelle autre que locale pour expliquer l'émergence des grappes industrielles. Suivant son raisonnement, afin que les grappes industrielles émergent, le territoire dit bénéficier d'éléments précurseurs. Pour donner suite à ces conditions déjà en place, certains facteurs dont notamment les entrepreneurs déclenchent le processus de création en s'alimentant des éléments présents. L'établissement ou la formation de nouvelles entreprises qui s'ensuit indique ainsi le début du processus de construction des grappes industrielles.

1.3. Développement des grappes industrielles

Pour donner suite à la présentation des facteurs d'émergence des grappes industrielles, il convient d'expliquer les facteurs de développement. En effet, d'autres éléments doivent se joindre aux grappes industrielles afin qu'elles soient en mesure de se développer, car les facteurs énumérés dans la section précédente de sont pas forcément responsable de sa croissance.

Comme discuté, lors de leur émergence, les grappes industrielles ne sont composées que de quelques entités et leurs activités limitent le potentiel des externalités positives (Ketels et Memedovic, 2008). Au cours de la phase de développement, l'une des caractéristiques distinctives est l'accroissement du nombre d'entreprises et de fournisseurs existants

permettant l'atteinte d'une masse critique. Fornahl et Menzel (2003) considèrent également que le marché local de l'industrie est en croissance et que les institutions spécialisées sont présentes sur le territoire. Lors de ce stade, les grappes industrielles sont en mesure d'articuler leurs besoins et d'ainsi créer l'infrastructure nécessaire à l'encadrement de ses activités (Fornahl et Menzel, 2003). Nous considérons ainsi pertinent d'analyser les facteurs tributaires au développement des grappes industrielles et dont le manque peut porter les causes de leur échec.

1.3.1. Hétérogénéité des connaissances

Pour soutenir la transition de la phase d'émergence à la phase de développement, il est nécessaire de retrouver un nombre considérable de parties prenantes de nature distinctes. Lors de leur croissance, les grappes industrielles envoient un signal sur le marché qui tend à attirer de nouveaux talents ainsi que de nouvelles entreprises. Celles-ci peuvent se trouver dans des industries apparentées ou complémentaires (Porter, 1998). Comme le propose Menzel et Fornahl (2009), les grappes industrielles évoluent en fonction de la fluctuation et de l'exploitation de l'hétérogénéité des connaissances présente à travers celles-ci. Face à cette constatation, l'hétérogénéité des connaissances est un facteur nécessaire au développement des grappes industrielles (Menzel et Fornahl, 2009).

L'augmentation du nombre d'entreprises, d'organisations et autre acteur présent permet d'introduire de nouvelles connaissances exploitables dans les grappes industrielles (Fornahl et Menzel, 2003). Dans ce contexte, les auteurs proposent deux processus fondés sur les limites thématiques et spatiales qui permettent de soutenir le développement de ces dernières. La première limite fait référence au domaine thématique (ou les champs d'expertise des entreprises) alors que la seconde limite renvoie à la proximité géographique. L'hétérogénéité au sein des grappes industrielles peut donc être maintenue lorsque les organisations favorisent la création de liens internes avec les parties prenantes œuvrant dans des champs d'expertise différents ainsi qu'en intégrant des entreprises qui se trouvent hors de leur limite spatiale (Menzel et Fornahl, 2009).

L'intégration de ces deux types de processus est primordiale afin d'éviter le risque d'étroite spécialisation (ou «*lock-in*»). Autrement dit, lorsque les grappes industrielles entament leur passage de l'émergence au développement avec un ensemble de parties prenantes trop homogène, ils risquent la perte de dynamisme et d'échanges (Ron Martin et Sunley, 2011). Pourtant, ce comportement est évitable si les entreprises ont mis en place un réseau performant qui favorise l'accès aux connaissances comme noté précédemment. Si tel est le cas, Ron Martin et Sunley (2011) affirment qu'il n'y a aucune raison pour laquelle les connaissances devraient être trop semblables. Certes, le raisonnement inverse s'applique, dans la mesure où, lorsque que l'hétérogénéité devient trop intense au sein des grappes industrielles cela empêche l'exploitation des synergies entre les organisations (Menzel et Fornahl, 2009). Néanmoins, les auteurs admettent que les grappes industrielles qui affichent une croissance soutenable sont celles qui sont en mesure de conserver une diversité de parties prenantes (Menzel et Fornahl, 2009).

L'adéquation de plusieurs connaissances entretient les relations et favorise les affiliations entre les pairs. Bien qu'il ne semble pas possible d'atteindre un agencement optimal concernant le niveau d'hétérogénéité, il convient de souligner que cette particularité permet aux grappes industrielles de se développer et d'éviter le déclin.

1.3.2. Initiatives descendantes et ascendantes

Les politiques économiques basées sur les grappes industrielles («*cluster-based policies*») sont parfois confondues avec les politiques industrielles (Ketels et Memedovic, 2008). Les politiques industrielles ciblent un secteur en particulier afin de favoriser, au moins temporairement, les entreprises locales face à la concurrence extérieure (Ketels et Memedovic, 2008). En revanche, les politiques axées sur la promotion des grappes industrielles influencent plutôt les capacités de l'emplacement géographique et sont bénéfiques au développement des grappes industrielles présentes sur un territoire (Ketels et Memedovic, 2008). Pour les fins de cette recherche, nous retenons les types de politiques qui influencent le développement des grappes industrielles. Ces types de volonté se catégorisent selon une approche descendante (ou «*top-down policy*») ou ascendante (ou «*bottom-up*») (Sölvell, 2008).

Pour Rosenfeld (1997), les initiatives politiques descendantes devraient cibler les domaines des connaissances et compétences, le développement des ressources humaines, l'intensité à travers les réseaux puis les services de soutien. Ce dernier recommande des politiques en lien avec les éléments énoncés ci-dessus, qui sont susceptibles de favoriser le développement à long terme des grappes industrielles. Par exemple l'investissement dans les services de soutien technique, c'est-à-dire dans l'éducation spécialisée et la recherche et développement, est l'une des mesures qui favorise le développement des grappes industrielles (Rosenfeld, 1997). De cette manière, les plus petites entreprises qui dépendent fortement des services de soutien peuvent développer les ressources nécessaires afin de contribuer à la croissance de leur grappe d'appartenance (Rosenfeld, 1997). Par conséquent, les politiques axées sur le développement de ces critères encouragent le maintien des réseaux et les mécanismes par lesquels les parties prenantes peuvent s'associer et interagir avec leurs pairs (Rosenfeld, 1997).

De surcroît, les décideurs politiques devraient stimuler les échanges d'idées entre les grappes industrielles puisqu'elles ne sont pas autosuffisantes en matière de connaissances. En effet, il vient un moment critique où le réseau et la communauté deviennent essentiels au développement des grappes industrielles (Feldman, Francis et Bercovitz, 2005). La formation de nouveaux liens alimente l'apparition d'idées qui aident les grappes industrielles à innover, à se diversifier et à se renforcer (Rosenfeld, 1997). Les politiques descendantes peuvent également favoriser le recrutement d'entreprises afin de combler les écarts dans le développement des grappes industrielles (Rosenfeld, 1997). Cependant, il est possible que les efforts considérables ne permettent pas le développement comme attendu par les décideurs politiques. L'étude de Doloreux et Shearmur (2009) s'est consacrée à l'effet des mesures politiques sur la trajectoire des grappes industrielles et sur le développement du secteur maritime au Canada. Afin d'encourager la compétitivité ainsi qu'accroître les bases de connaissances dans les régions maritimes du Québec, le secteur public a démontré des signes d'intérêts en investissant dans la recherche et l'éducation (Doloreux et Shearmur, 2009). Suivant cette initiative, d'autres politiques ont ciblé ce secteur par exemple : *plein cap sur mer et*

action concertée de coopération régionale de développement. Au mépris de la tentative logique à promouvoir le secteur maritime de cette manière, les auteurs considèrent que la grappe industrielle ne s'est pas développée et que, malgré la diversité d'entreprises qui la compose, celle-ci reste de petite taille (Doloreux et Shearmur, 2009).

Par conséquent, bien que l'on accorde de l'importance au rôle des décideurs politiques et la diversité dans les grappes industrielles, l'étude effectuée dans les régions maritimes Québec illustre que, malgré la forte volonté politique, il ne s'avère pas toujours possible de créer les conditions propices au développement de ces dernières (Doloreux et Shearmur, 2009). Comme le soutient Ketels et Memedovic (2008), le succès des politiques ciblant les grappes industrielles dépend grandement de la participation de toutes les parties prenantes. L'étude de Doloreux et Shearmur (2009) constitue ainsi un jalon important, car elle met en évidence que certaines conditions préalables semblent être manquantes telles que la dynamique entre les entreprises et la localisation territoriale qui ne permet pas le transfert de connaissances efficace et nécessaire au développement des grappes industrielles.

Par voie de conséquence, les décideurs politiques devraient agir en tant que participants ou agents facilitateurs dans les grappes industrielles (Ketels et Memedovic, 2008). Ceux-ci devraient offrir du support aux grappes industrielles qui présentent la volonté de coopérer et qui disposent d'un avantage sur lequel elles pourraient bâtir et se développer (Ketels et Memedovic, 2008). En effet, Rosenfeld (1997) accorde que les décideurs politiques devraient provoquer des synergies en déployant des initiatives qui contribueraient à la promotion des grappes industrielles. Ces mesures deviennent intéressantes pour l'efficacité économique, car une fois comprises, les décideurs politiques sont en mesure de mieux construire des stratégies qui profitent des atouts des grappes industrielles, qui atténuent ses faiblesses, et qui supportent leur développement (Rosenfeld, 1997). Tout bien considéré, les initiatives politiques descendantes sont des facteurs qui favorisent la création d'un meilleur environnement. Cet environnement spécifique, dont les conditions sont renforcées, fournit les circonstances nécessaires afin que les grappes industrielles passent de la phase de l'émergence au développement

(Ketels et Memedovic, 2008). Il convient néanmoins de préciser que ces initiatives peuvent se révéler infructueuses dans la mesure où elles ne provoquent pas les retombées anticipées.

Outre les décideurs politiques, le passage de la phase d'émergence au développement peut être soutenu par des initiatives ascendantes (ou «*bottom-up*») dans les grappes industrielles. Ces types d'initiatives émanent directement des parties prenantes (Sölvell, 2008). Celles-ci sont générées dans le but d'améliorer les conditions des grappes industrielles. Ce faisant, ces actions collaboratives proviennent des groupes d'entreprises, des groupes de recherches, des établissements d'enseignement et autres parties prenantes des grappes industrielles qui se réunissent et visent, en général, l'atteinte de buts communs (Ketels et Memedovic, 2008; Sölvell, 2008).

Par exemple, la communauté autonome de la Catalogne dirigeait un important centre de production de radio et de télévision durant les années 1960. Cette formation d'entreprises et d'associations dans le domaine électronique ne possédait aucun encadrement pour favoriser la coopération entre les parties prenantes (Sölvell, Lindqvist et Ketels, 2004). L'un des problèmes majeurs était ainsi lié à la logistique et les livraisons ne pouvaient se faire à temps, car les fournisseurs trop petits n'arrivaient pas à répondre aux exigences du marché. À cet effet, les parties prenantes de la grappe industrielle ont développé des initiatives dont l'objectif était d'améliorer l'approvisionnement ainsi que la compétitivité à long terme. En collaboration avec le gouvernement, les organisations impliquées (universités, associations industrielles et entreprises) ont permis la mise à niveau des fournisseurs, et la reconfiguration de la chaîne de valeur, ce qui a fortement réduit les délais d'approvisionnement. Depuis, les changements politiques sont marqués du succès provenant d'une approche qualifiée d'ascendante (Sölvell, Lindqvist et Ketels, 2004).

Dans cette même lignée, l'un des facteurs déterminants dans le développement de la grappe industrielle agroalimentaire au Chili a été la formation de la *Federation of Agro-Industrial Food Processors (FEPACH)*, celle-ci regroupant plusieurs entreprises dans le même secteur (Perez-Aleman, 2005). Cette initiative ascendante a favorisé la mise en

place de normes qui ont ensuite contribué à l'amélioration des produits, car la diffusion des nouvelles pratiques était supportée par cette association (Perez-Aleman, 2005).

En solidifiant la compétitivité et en partageant une vision globale, les parties prenantes des grappes industrielles sont en mesure de créer des solutions qui permettent d'éviter l'éradication de ces dernières. Dès lors, les initiatives ascendantes et descendantes soutiennent le développement des grappes industrielles par l'amélioration des conditions dans externes ou internes dans lesquelles elles se trouvent.

1.3.3. Acteurs étrangers

Les grappes industrielles peuvent s'ouvrir au marché international en favorisant les connexions qui se trouvent en dehors de leur région (Santner et Fornahl, 2014). Elles peuvent de la même manière attirer l'attention des acteurs sur les marchés externes. En effet, lorsque l'environnement est favorable et que les grappes industrielles présentent des caractéristiques attrayantes, les acteurs étrangers peuvent manifester leur intérêt afin de bénéficier des externalités positives que génèrent celles-ci (Porter, 1998). En fait, selon Dunning (1998), l'un des auteurs les plus prolifiques sur la question de l'internationalisation des entreprises, il existe certains motifs qui expliquent la tendance des acteurs étrangers à entreprendre des affaires sur les marchés extérieurs telles que l'accès à des ressources et aux actifs stratégiques. Cependant, pour que les entreprises étrangères procèdent à des décisions d'internationalisation, Dunning (1988) propose une théorie plus connue sous le nom du Paradigme de OLI. Cette conception théorique regroupe trois critères mutuellement dépendants soit les avantages spécifiques à la firme, les avantages liés à la localisation ainsi que les avantages liés à l'internationalisation. Dunning (1988) convient que si les trois critères précédents sont comblés, alors les entreprises procéderont à des investissements directs étrangers (IDE) dans la localisation déterminée plutôt que de servir les marchés étrangers. Sans remettre en question le Paradigme de OLI, les raisons poussant à l'internationalisation d'une entreprise peuvent s'appuyer sur d'autres motifs telles que les connaissances. En effet, les connaissances peuvent se définir tel un avantage pour les entreprises, puisque ces dernières rivalisent selon la supériorité des connaissances qu'elles détiennent (Kogut et Zander, 2003). Ce

faisant, Kogut et Zander (2003) avancent une théorie dont les décisions d'internationalisation se basent sur le principe des connaissances. Suivant cette logique, il est possible que la venue d'entreprises étrangères sur un territoire s'explique en raison des connaissances des entreprises implantées. Ces nouveaux arrivant pourraient ainsi tirer profit de se trouver à proximité et par ce fait même augmenter leur base de connaissances permettant de fortifier leur avantage (Kogut et Zander, 2003).

Gugler et Brunner (2007) affirment ainsi que le résultat de l'internationalisation des entreprises est favorable à la phase de développement des grappes industrielles. En se déplaçant, les acteurs étrangers importent du capital, des actifs ainsi que des connaissances pour ces dernières. Qui plus est, en s'internationalisant, les acteurs étrangers vont chercher de nouvelles technologies ou de nouveaux procédés et acquièrent ainsi des connaissances enrichissant leur savoir-faire à partir des ressources des marchés étrangers (Dunning, 1998). Cette intégration permet d'éviter le risque d'étroite spécialisation et soutient la phase de développement des grappes industrielles puisqu'elles sont en mesure de conserver un degré de connaissances hétérogènes (Menzel et Fornahl, 2009).

Birkinshaw (2000) fait justement remarquer que de plus en plus de grappes industrielles se composent d'un nombre important d'acteurs étrangers. Dans son étude sur les grappes informatiques à Stockholm, ce dernier constate que les investissements directs étrangers ont eu des retombées profitables pour les grappes industrielles. En fait, cette forme d'engagement de la part des acteurs étrangers offre aux grappes industrielles une meilleure visibilité à l'échelle mondiale. Il ressort ainsi de cette étude que la ville de Stockholm se classe mondialement dans certains de ces domaines, car la présence d'acteurs étrangers de renom dont Microsoft a soutenu le développement d'une masse critique dans le secteur informatique. Ce n'est d'ailleurs pas le seul cas où les acteurs étrangers ont participé au développement des grappes industrielles. Au Chili, par exemple, les liens développés avec les entreprises multinationales japonaises ont permis d'améliorer la qualité des produits en raison de l'adoption de nouvelles pratiques qu'ont amenées les acteurs étrangers (Perez-Aleman, 2005). Cette contribution positive a permis

de renforcer les standards de l'industrie agroalimentaire, ce qui a favorisé la construction d'une compétitivité mondiale. Par ailleurs, la présence d'acteurs étrangers a soutenu le développement de la grappe industrielle de l'agroalimentaire au Chili (Perez-Aleman, 2005).

Birkinshaw (2000) souligne que dans les grappes en croissance, la question de propriété étrangère ne doit pas être négligée. Considérant ceci, les acteurs étrangers tels que la présence de multinationales et les IDE en découlant sont loin d'être insignifiants dans la phase de développement des grappes industrielles. Au contraire, cela permet aux grappes industrielles de bénéficier de reconnaissance et d'un nombre plus exigeants de parties prenantes.

1.4. Sommaire

La revue de littérature a permis de présenter les définitions quant aux grappes industrielles, ses composantes et ses caractéristiques. Malgré la pluralité des définitions, nous avons retenu une explication qui souligne le caractère évolutif des grappes industrielles. À ce titre, nous avons mis en exergue des facteurs sous-jacents à l'émergence et au développement de ces dernières.

Durant la phase d'émergence, nous avons évoqué que les grappes industrielles sont souvent méconnues et que la masse critique n'est pas encore atteinte. Après coup, nous avons poussé l'analyse en exprimant la présence de facteurs qui sont favorables à la constitution des grappes industrielles sur un territoire. Il apparaît que la présence de connaissances et d'entrepreneurs joue un rôle dans la constitution et le développement des grappes industrielles. À cela s'ajoutent les avantages relatifs au territoire ainsi que le processus des *spin-offs*, soit la conception de nouvelles entreprises par l'intermédiaire d'entrepreneurs.

Nous avons ensuite démontré que la concentration de connaissances sur un territoire encourage la venue de nouveaux joueurs dans la région concernée et permet d'éviter l'étroite spécialisation qui freine l'évolution des grappes industrielles. Pour conserver un

flux de connaissances, les parties prenantes des grappes industrielles peuvent ainsi bâtir des réseaux, c'est-à-dire un ensemble de canaux permettant la diffusion de celles-ci. Par la mise en place de ces réseaux, le problème de l'étroite spécialisation devrait être enrayé. Cela nous amène ainsi à considérer les réseaux tel un facteur dans la mesure où ils soutiennent l'émergence et le développement des grappes industrielles et facilitent l'intégration des connaissances. Il importe cependant de nuancer cette proposition, car malgré les connaissances disponibles, les entreprises doivent posséder une forte capacité d'absorption pour profiter de celles-ci (Fornahl, Hassink et Menzel, 2015; Menzel et Fornahl, 2009).

Après avoir établi les facteurs d'émergence des grappes industrielles, nous avons décrit les facteurs nécessaires au développement de ces dernières. En se développant, les grappes industrielles bénéficient de l'augmentation du nombre de parties prenantes. D'autres facteurs soutiennent d'autant plus leur développement, dont les types d'initiatives descendantes et ascendantes. Ces méthodes qui proviennent respectivement des décideurs politiques et des parties prenantes des grappes industrielles ont différentes utilités stratégiques. Bien que le rôle des décideurs politiques reste mitigé, leur reconnaissance positive face aux grappes industrielles peut être favorable à l'amélioration des conditions générales entourant celles-ci. Les retombées qui en découlent peuvent conduire à l'amélioration des conditions de la localisation. Ainsi, selon les critères rapportés quant à l'internationalisation des entreprises, le fait de retrouver des avantages distinctifs sur un territoire soutient l'arrivée d'acteurs étrangers. Ce constat nous amène à souligner l'importance de la localisation d'autant plus que celle des acteurs globaux dans le processus évolutif des grappes industrielles.

En définitive, les éléments relevés dans la revue de littérature permettent d'appuyer le contexte dans lequel s'insère cette recherche. À cet effet, nous retirons deux conclusions majeures. Premièrement, il existe de nouvelles approches théoriques qui laissent croire que les grappes industrielles évoluent à travers plusieurs stades. Deuxièmement, pour y parvenir, certains facteurs semblent être nécessaires. Ces constats introduisent plus aisément l'intérêt qui inspire les objectifs de ce mémoire. En recourant à une approche

axée sur l'émergence et de développement, il devient intéressant d'évaluer la présence de facteurs locaux et globaux pour appuyer le parcours évolutif des grappes industrielles.

CHAPITRE II

2. CADRE CONCEPTUEL

Afin d'étudier la manière dont les grappes industrielles émergent et se développent, nous avons commencé notre démarche en explorant la littérature à cet effet. Celle-ci a donné lieu à des facteurs attribuables à leur évolution. Face à ces conclusions, nous avons formulé deux questions de recherche dont nous prendrons soin d'expliquer dans les prochains paragraphes. Ce chapitre se décline ainsi en deux sections et vise à positionner notre étude. Premièrement, nous clarifierons les motivations et les objectifs de notre recherche. Deuxièmement, nous présenterons le cadre conceptuel sur lequel nous baserons notre étude.

2.1. Motivations et objectifs

Nos questions de recherche ont pour objectif de contribuer à l'avancement des connaissances sur l'émergence et le développement des grappes industrielles. Pour ce faire, le cas de l'intelligence artificielle à Montréal a été retenu, car, d'une part, étant demeurée marginale pendant plusieurs années, celle-ci se taille dorénavant une réputation importante dans la métropole québécoise. D'autre part, le domaine de l'IA met en présence plusieurs acteurs économiques, notamment des entreprises, des centres de recherches, des établissements universitaires et les gouvernements. Ces caractéristiques en plus de la volonté des gouvernements à encadrer cette industrie en croissance laissent présager la formation d'une grappe industrielle. Ce choix nous est donc apparu comme un cas de recherche pertinent. Face à cette réalité, nos deux questions de recherche se déclinent de la manière suivante :

Q1 : Quelle est la structure de l'industrie en intelligence artificielle à Montréal nommée ci-après grappe industrielle ?

Cette première question pose les bases de cette recherche en décrivant les acteurs de l'industrie de l'intelligence artificielle à Montréal. La priorité accordée à cet objectif est nécessaire afin de circonscrire l'écosystème en plus de nous permettre d'examiner les caractéristiques subjacentes au contexte montréalais dans lequel s'insère l'industrie.

Q2 : Quels sont les facteurs favorisant l'émergence et le développement de la grappe industrielle en intelligence artificielle à Montréal ?

La seconde question se rapporte à la problématique centrale de ce mémoire soit de présenter les facteurs favorisant l'émergence et de développement des grappes industrielles. L'étude qui sera menée auprès de l'industrie en IA à Montréal permettra d'apporter une comparaison face aux facteurs soulevés lors de la revue de littérature. Une perspective nouvelle découle de cette approche puisqu'il s'agit d'étudier l'émergence et le développement de la grappe industrielle en IA à Montréal en temps réel. En effet, les grappes industrielles sont généralement analysées plusieurs années après leur arrivée à maturité. Nous porterons ainsi une réflexion particulière quant aux faits marquants ayant stimulé l'émergence et le développement de la grappe industrielle en intelligence artificielle à Montréal. Dans ces conditions, les résultats de ce mémoire permettront de mieux comprendre les facteurs de constitution et de développement et plus particulièrement dans les industries émergentes.

Afin d'étoffer notre réflexion propre à une analyse des grappes industrielles, nous avons soulevé un enjeu qui reste encore très peu discuté dans la littérature. Celui-ci fait référence à l'influence de facteurs locaux et globaux dans la constitution des grappes industrielles. Ce constat nous amène ainsi à une perspective surrogatoire qui cherche à rapporter ces types de facteurs ayant influencé l'émergence et le développement de la grappe industrielle en IA à Montréal. L'objectif envisagé repose sur l'intégration d'une approche multi-scalaire qui favorise une explication réaliste permettant de rendre visibles les dynamiques de différents niveaux tels qui seront présentés dans le cadre conceptuel (Figure 1).

2.2. Cadre conceptuel

Le cadre conceptuel que nous proposons s'inspire des travaux de Isaksen (2016) en mettant de l'avant la compréhension des phases d'émergence et de développement des grappes industrielles à partir de facteurs locaux et globaux. Ce raisonnement multi-scalaire nous a semblé approprié, car l'emboîtement des échelles impose de prendre en considération une description de la réalité selon deux dimensions contextuelles, soit locales et globales. Cette possibilité s'accorde avec la dynamique des grappes industrielles, car celles-ci s'insèrent dans un contexte plus large contraint à des échanges avec le milieu externe. Comparativement au modèle de Isaksen (2016), notre cadre conceptuel proposé se distingue sur deux points. La première distinction fait référence à l'intégration d'une phase de développement ; phase durant laquelle la combinaison des facteurs est possible pour que les grappes industrielles poursuivent leur trajectoire. La seconde distinction s'entend des facteurs globaux dans l'explication de l'émergence et du développement des grappes industrielles. Il nous est donc apparu que la provenance de ces facteurs serait contenue dans chacune des phases évolutives étudiées pouvant jouer un rôle décisif.

Plus formellement, le centre de la figure 1 simplifie les phases évolutives décrites lors de la revue de littérature. La composante « industrie » inscrite au bas représente le noyau de base de l'écosystème sur lequel s'appuie le commencement de l'évolution de la grappe industrielle. Cela se traduit autrement par l'ensemble des activités économiques regroupant les parties prenantes dans les domaines connexe à l'intelligence artificielle. Les stades qui s'en suivent illustrent ainsi un itinéraire vers l'émergence et le développement d'une grappe industrielle nécessitant de manière hypothétique l'appui de certains facteurs. Le modèle fait également mention des niveaux de facteurs locaux et globaux qui influencent les différents stades progressifs. Nous désirons donc relever l'effet d'une combinaison de ces différents facteurs sur l'évolution des grappes industrielles.

Par ailleurs, les facteurs notés au cours de la revue de littérature sont présentés et catégorisés dans la figure 1. De cette manière, nous serons en mesure d'évaluer

empiriquement les facteurs en lien avec le cas de la grappe industrielle en IA à Montréal. Les premiers types de facteurs sous-entendent le contexte local ici entendu comme étant Montréal. Ces facteurs renvoient aux avantages relatifs à la localisation, aux ressources, à la présence et l'hétérogénéité de connaissances, aux entrepreneurs, aux réseaux locaux et aux initiatives qui découlent des acteurs et décideurs politiques. Pour ce qui est du processus des *spin-offs*, nous considérons que ceux qui entreprennent cette décision s'installent à proximité géographique d'où la grappe industrielle se trouve. Cela justifie donc son occurrence dans le contexte local.

Figure 1 - Cadre conceptuel

Facteurs locaux		Facteurs globaux
Avantages relatifs à la localisation Entrepreneurs et <i>spin-offs</i>	Développement Grappe industrielle	Présence d'entreprises multinationales Investissements directs étrangers
Présence de connaissances Hétérogénéité des connaissances Initiatives top-down Bottom-up		Réseaux globaux «pipelines»
Réseaux locaux	Industrie	

Les seconds types de facteurs sont plutôt liés aux activités considérées dans un ensemble global. Celles-ci s'insèrent toutefois dans le processus local des grappes industrielles. Ces facteurs font référence aux entreprises multinationales, aux IDE et aux *pipelines* permettant ainsi la connexion entre un environnement local et global. Finalement, nous supposons que l'émergence et le développement de la grappe industrielle en intelligence artificielle à Montréal sont attribuables à ces facteurs. À la différence de l'approche de

Isaksen (2016), nous avons bonifié le cadre conceptuel en intégrant des dimensions contextuelles à savoir locales et globales. Ces catégories ont par ailleurs servi d'appui pour ordonner les facteurs à l'étude. Cependant, il convient de souligner que le cadre conceptuel intègre que certains facteurs et leur présence ne garantissent pas la formation ou le développement immédiat des grappes industrielles.

CHAPITRE III

3. MÉTHODOLOGIE

Dans ce chapitre, nous précisons et justifions le devis de recherche employé. Par la suite, nous exprimerons les motivations qui ont supporté le choix d'une recherche qualitative en plus de faire état des méthodes de collectes de données sélectionnées. Enfin, nous compléterons cette section en présentant nos stratégies d'analyse et les critères de qualité sur lesquels nous nous sommes appuyés pour soutenir la validité de notre recherche.

3.1. Stratégie de recherche

Pour connaître quelle stratégie s'harmonise à notre étude, nous reprenons les caractéristiques proposées par Yin (2014). Selon la formulation de nos questions de recherche, à savoir « quels », cela exige une démarche qualifiée d'exploratoire (Yin, 2014). Toutefois, nous cherchons également à comprendre l'influence, donc comment, au-delà de leur simple présence, les facteurs locaux et globaux impactent la trajectoire de la grappe industrielle en intelligence artificielle à Montréal. Cela justifie l'ajout d'une approche explicative dans notre étude.

3.1.1. Devis de recherche

En empruntant la terminologie de Yin (2014), nous avons opté pour un devis de recherche qualitatif qui se prête particulièrement bien aux approches exploratoires et explicatives fixées en fonction de la problématique de recherche. De manière générale, la recherche qualitative permet au chercheur de porter une attention approfondie sur un sujet (Miles, Huberman et Saldaña, 2014). Contrairement à la méthode quantitative, la méthode qualitative possède l'avantage de conserver l'importance du contexte précis dans lequel s'effectue la recherche (Myers, 2013). Pour les fins de cette étude, cette

particularité est essentielle, car tel que le soulignent Ketels et Memedovic (2008) la trajectoire des grappes industrielles peut fortement être influencée par l'ensemble des circonstances dans lesquelles elles s'insèrent.

Par ailleurs, bien que les recherches qualitatives peuvent être conduites de plusieurs manières, Yin (2014) propose cinq différentes approches stratégiques. À chaque approche stratégique correspondent des critères qui permettent le choix d'une méthodologie appropriée à la problématique. Ceux-ci se fondent sur la formulation de la question de recherche, l'étendue du contrôle exercé par le chercheur sur les comportements ainsi que sur l'étude d'événements actuels ou passés (Yin, 2014). N'ayant aucun pouvoir de manipuler les comportements ainsi qu'en raison de l'événement contemporain du sujet à l'étude, nous sommes en mesure de confirmer l'usage de l'étude de cas comme stratégie de recherche. Eisenhardt (1989) précise, à cet effet, que les études de cas permettent une stratégie de recherche qui se concentre sur la compréhension d'une dynamique présente dans des paramètres uniques. Cette approche est d'autant plus intéressante, car elle rend possible la considération des conditions contextuelles croyant qu'elles sont pertinentes au sujet à l'étude.

3.1.2. Étude de cas unique

Le choix de procéder à une étude de cas demande cependant d'apporter une distinction quant aux formes de ces dernières en tant que stratégie de recherche. Les études de cas se réalisent de plusieurs manières et prennent des conceptions différentes selon les caractéristiques générales de l'objet de recherche (Yin, 2014). Étant donné nos objectifs de présenter la structure industrielle et d'étudier l'existence de facteurs locaux et globaux dans l'émergence et le développement d'une seule grappe industrielle, nous avons déterminé que l'utilisation d'une conception holistique serait préférable. La détermination cette prise de position repose également sur le fait que nous supposons que les grappes industrielles ont une identité qui leur est propre, les rendant ainsi uniques et distinctes les unes des autres. Ce type de conception est d'ailleurs, fortement utilisé lorsque le

périmètre de l'étude de cas porte sur la globalité d'un événement (Yin, 2014) ce qui s'arrime avec nos objectifs de recherche.

Or, il convient de préciser les limites qu'impose la conception holistique. Comme l'avance Yin (2014), il est possible que la question initiale de recherche reflète une position, mais qu'au cours de la progression de l'étude de cas, les preuves tendent à répondre à une question différente. Bien qu'une telle flexibilité puisse être perçue comme un avantage, d'autres auteurs critiquent les études de cas qui sont susceptibles à ce changement d'orientation (Yin, 2014). Afin d'éviter cette difficulté, nous avons pris soin d'explicitier l'environnement dans lequel s'insère le sujet à l'étude, de déterminer des critères pour la sélection des répondants puis d'exposer les parties prenantes qui composent l'industrie en intelligence artificielle à Montréal (en référence au chapitre IV). Ces dispositifs nous permettent de délimiter le contexte et minimisent les risques de distorsion ou de fausses représentations des parties prenantes de notre étude de cas (Corbin et Strauss, 2015).

3.2. Méthode de collecte de données

La détermination de la méthode de collecte de données est décisive, car elle se doit d'être cohérente avec la stratégie de recherche. À cet effet, Yin (2014) explique que la cueillette d'informations dans les études de cas provient de six sources différentes : la documentation, les archives, les entretiens, les observations directes, les observations participatives ainsi que les artefacts physiques. Parmi ces méthodes, deux ont été considérées pour la collecte de données de cette recherche soit la documentation et les entretiens. Le choix de combiner ces deux méthodes est volontaire, mais nécessaire d'une part pour présenter une vision plus adéquate du phénomène à l'étude. D'autre part, pour accéder à de l'information unique détenue par les acteurs de l'industrie en intelligence artificielle à Montréal. Les sous-sections suivantes développent les spécificités de ces approches.

3.2.1. Documentation

Les premières données récoltées proviennent de documentation publique consultée tout au long de la réalisation de cette recherche. Yin (2014) précise que, cette méthode à l'avantage d'être accessible de manière permanente et couvre un large éventail d'événements sur une période de temps relatif à la nouveauté de l'objet à l'étude. Qui plus est, cette technique est favorable pour la récolte de données secondaires discrètes et indépendantes; celles-ci ayant été produites par de tierces parties à des fins autres que la recherche en cours (Noël, 2011).

Notons que les données issues de la recherche documentaire proviennent de sources distinctes, dont des articles de journaux, des rapports gouvernementaux et de différentes études se rapportant à l'intelligence artificielle à Montréal. Nous estimons que la cueillette d'informations provenant de diverses sources permet d'obtenir différentes perspectives. Cette technique minimise les inférences et encourage l'appui de propos convergents (Yin, 2014). Pour l'atteinte de nos objectifs, les informations retenues lors de la collecte favoriseront l'élaboration du portrait de l'industrie en intelligence artificielle à Montréal. La collecte de données secondaires permettra également de retirer des faits importants et d'accompagner notre recherche d'événements marquants eu égard à l'évolution de cette industrie à Montréal.

Afin de préserver un suivi et d'organiser les données collectées, une base de données a été mise en place à l'aide d'un classeur Excel. La création de cette banque de données assure la conservation des documents dans leurs états originaux de même que ceux-ci peuvent être plus facilement retracés. Enfin, la principale fonction de cet outil est de récupérer les données de manière efficace et d'augmenter la fiabilité de notre étude de cas (Yin, 2014).

3.2.2. Entretiens semi-structurés

En parallèle avec notre recherche de documentation, nous avons eu recours à une seconde méthode de collecte de données ce qui permet de maximiser les évidences. Cette façon de

procéder, appelée triangulation, vise à corroborer ou se questionner davantage sur les informations récoltées à travers les différents instruments disponibles (Miles, Huberman et Saldaña, 2014; Yin, 2014). Ainsi, nous avons employé les entretiens individuels à titre de seconde méthode de collecte de données.

Il existe trois types d'entretiens en recherche qualitative soit les entretiens non structurés, les entretiens semi-structurés et les entretiens structurés (Corbin et Strauss, 2015). Dans le cadre de cette recherche, les entretiens conduits sont de type semi-structuré et individuel en raison de la flexibilité qu'apportent ceux-ci. En effet, les entretiens semi-structurés offrent la possibilité aux répondants de s'exprimer avec latitude autour de sujets et questions préétablies (Corbin et Strauss, 2015). Pour faciliter la discussion, nous avons posé des questions partiellement ouvertes de manière à laisser les répondants s'exprimer à leur façon et éviter d'influencer leurs réponses. De la même façon, une attention particulière a été portée afin d'éviter les biais en posant nos questions de manière neutre. L'un des véritables avantages des entretiens semi-structurés est que les informations récupérées dans les entretiens précédents ou dans la documentation peuvent être insérées dans ceux à venir en vue d'obtenir de nouvelles informations (Corbin et Strauss, 2015). Cette qualité à s'adapter facilement aux circonstances nous a permis de retoucher certains guides d'entretiens afin de retirer une compréhension de situations précises. Concernant la structure du guide d'entretien (Annexe 1) utilisé au cours des entrevues, celui-ci a été dressé en trois grandes sections. Le corps de l'entretien correspond aux parties qui contiennent les questions qui se rapportent aux problématiques de recherche. De manière générale, les participants ont été interrogés sur les dynamiques des grappes industrielles, sur les facteurs d'émergence et sur les facteurs de développement. Cette façon de procéder a permis de couvrir chaque sujet important.

Avant le début de l'exercice, les personnes interrogées ont signé un formulaire de consentement d'entrevue en organisation et de confidentialité. Cela assure la protection de leur anonymat en plus de souligner que ce mémoire satisfait aux exigences du comité d'éthique de la recherche. La distribution de ce formulaire permet de mettre en confiance les répondants pour les laisser s'exprimer plus ouvertement sur le sujet. Sur ce même

formulaire, les répondants pouvaient approuver l'enregistrement, ce qui a ensuite facilité la rédaction des verbatim. Une fois le formulaire de consentement signé, les entretiens pouvaient débuter. En outre, ceux-ci ont été d'une durée moyenne de 50 à 120 minutes et se sont déroulés au cours des mois de février et mars 2018. Ces derniers se sont produits dans les entreprises et les institutions employant les répondants à l'exception d'un entretien téléphonique. Nous croyons ainsi que les participants se sentiraient plus à l'aise dans un environnement qui leur est familier.

3.2.2.1. Cadre d'échantillonnage

Afin de constituer notre échantillon, les participants retenus ont été sélectionnés de manière représentative. Bien que l'échantillon puisse être déterminé de façon aléatoire, c'est-à-dire au hasard, nous avons préféré retenir un échantillonnage intentionnel («*purposeful sampling*») (Patton, 1990). Suivant cette logique, nous avons choisi les participants sur la base de critères («*criterion sampling*») et dont l'apport en informations quant au sujet à l'étude serait riche (Patton, 1990). Au regard des spécificités de l'industrie en intelligence artificielle à Montréal, nous avons assigné trois critères de sélection représentés dans le tableau 2 ci-dessous.

Tableau 2 - Critères de sélection des participants

Critères de sélection	Explications
Nature des parties prenantes	Nous avons sélectionné des participants de la grappe industrielle dont la nature des activités est différente, mais tout de même liée à l'intelligence artificielle.
Positionnement géographique	Nous avons sélectionné des participants situés dans la région de Montréal en raison du périmètre de l'étude de cas et des problématiques soulevées.
Connaissances des répondants	Nous avons choisi des répondants, dont leurs connaissances face à l'industrie en intelligence artificielle sont riches.

Sur la base de ces indications, les participants interrogés proviennent d'entreprises, d'organisations de soutien et de centres de recherche. Nous sommes ainsi en mesure de démontrer certaines nuances et collecter différents points de vue. Les critères de sélection nous ont aussi autorisés à circonscrire les limites du cas à l'étude afin d'éviter que les propos répondent à une question de recherche différente de celle établie au départ tel que mentionné a posteriori. Enfin, pour rendre l'analyse plus évidente, nous avons représenté la répartition des répondants selon la nature de leurs activités dans le tableau 3 ici-bas. Les numéros des répondants seront également utilisés au cours de l'analyse et l'interprétation des résultats (chapitre V) afin d'attirer le verbatim au répondant.

Tableau 3 - Répartition des répondants selon la nature de leurs activités

Répondants	Nature des parties prenantes
No 1	Entreprise
No 2	Organisation de soutien
No 3	Centre de recherche
No 4	Organisation de soutien
No 5	Organisation de soutien
No 6	Entreprise
No 7	Organisation de soutien
No 8	Organisation de soutien
No 9	Centre de recherche
No 10	Entreprise

3.3. Techniques d'analyse

Il est important de détailler les techniques d'analyse en recherche qualitative afin de soutenir le cheminement emprunté (Miles, Huberman et Saldaña, 2014). Pour ce faire, celles retenues coïncident avec un devis de recherche d'ordre qualitatif. De manière générale, notre démarche consiste à établir une comparaison entre les facteurs issus de la revue de littérature en plus de fournir des explications quant à la manière dont ils affectent l'émergence et le développement de la grappe industrielle en IA à Montréal. Pour ce faire nous utiliserons une frise chronologique en plus des données issues des entretiens.

3.3.1. Frise chronologique

Dans un premier temps, avons commencé notre analyse avec l'élaboration d'une frise chronologique. Celle-ci s'apparente aux modèles logiques qui suggèrent que la réalité se présente sous la forme de chaîne d'événements qui sont identifiables au fil du temps (Noël, 2011 : 325). La frise chronologique a été retenue pour construire une liste de faits marquants spécifiques au cheminement de l'industrie en intelligence artificielle à Montréal.

Afin de parvenir à constituer une ligne du temps, nous avons utilisé les données collectées à travers la documentation et ensuite ceux des entretiens pour explorer les séquences qui pourraient se rapporter à l'émergence et au développement de la grappe industrielle en intelligence artificielle à Montréal. Les documents analysés ont été classés par date afin de pouvoir les aligner de manière chronologique. La figure 5 présentée et expliquée au chapitre V reconstitue ainsi la majorité des événements d'ampleur.

3.3.2. Analyse des données brutes

Dans un deuxième temps, nous avons analysé les données brutes obtenues des entretiens semi-dirigés. Chaque entrevue a été retranscrite de manière à conserver son intégralité. Nous avons cependant entremêlé l'analyse au cours de la collecte des données. Cette stratégie est un moyen efficace pour corriger ou ajouter des informations à valider dans les entretiens subséquents (Miles et Huberman, 2003).

Chaque vague de données suivant l'entretien a été accompagné d'une fiche de synthèse. Ce document a comme fonction de regrouper les questions et les réponses sous forme de colonne qui orientait les idées 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. On peut ainsi y inclure nos propres réflexions (Miles et Huberman, 2003). Une fois les informations compilées dans le document, nous avons réduit cette masse en unités analysables telle que le suggèrent Miles et Huberman (2003). L'analyse en tant que telle s'est ainsi basée à coder sous

forme de mots-clés notamment en faisant référence aux facteurs présents dans le cadre conceptuel. Ceux-ci ont ensuite été répertoriés selon leur nature, soit locale ou globale. Nous avons également comparé certaines des réponses avec les documents et articles de presse relatés afin d'émettre quelques relations pertinentes au sujet de recherche.

3.4. Critères de qualité

Malgré le fait de reconnaître l'apport méthodologique des études de cas en recherche qualitative, il n'en demeure pas moins que cette démarche soulève des questions quant aux problèmes de qualité. Les paramètres de qualité d'une recherche doivent ainsi « prévoir comment minimiser les erreurs » produites par ce type de recherche (Noël, 2011 : 134).

Pour ce faire, nous utilisons la terminologie des critères de qualité (Tableau 4) définis par Noël (2011). L'usage de ces derniers, appliqués aux études de cas, s'assure du respect et de la qualité des recherches qualitatives (Noël, 2011).

Tableau 4 - Critères de qualité des recherches qualitatives

Critères de qualité	Explications
Dépendance	Constitue la garantie de la justesse et de la fiabilité des résultats. La dépendance valide les chances d'être fidèle si la recherche se doit d'être répétée dans les mêmes conditions.
Validité du construit	S'interroge sur la qualité de l'accès du chercheur aux connaissances et interprétations pour retenir les informations.
Crédibilité	Les interprétations obtenues ne sont pas dénaturées par les propos de son informateur.
Transposition	Les résultats peuvent être comparés avec d'autres recherches obtenues du même phénomène dans des contextes différents.

Note : Adapté de Noël (2011), p. 135

3.4.1. Dépendance

Le premier enjeu de qualité renvoi au critère de dépendance. Celui-ci assure la concordance des observations advenant la réplique de la recherche. Autrement dit, ce principe de dépendance se veut de vérifier si les techniques employées valident les chances d'être fidèle si la recherche se produit à nouveau (Noël, 2011). Avec justesse, ce critère a pour considération de limiter les erreurs et les biais. Pour atteindre cet objectif, les démarches et procédures empruntées pour la rédaction de ce mémoire ont été détaillées dans les pages qui précèdent afin de respecter un protocole rigoureux. De plus, pour faire preuve d'exactitude, nous avons adopté des méthodes cohérentes au devis qualitatif et une base de données a été créée dans un tableur de manière à préserver les données. Enfin, le critère de dépendance de qualité repose sur la transparence des démarches proposées d'où la nécessité de les expliciter.

3.4.2. Validité du construit

Le second critère cherche à établir les bonnes techniques de mesure. En fait, « la validité nominale du construit est importante, car elle assure l'évaluateur de la recherche que les observations réalisées ont été bien nommées (validité nominale) » (Noël, 2011 : 184). Comme mentionné précédemment et afin de converger vers des propos significatifs, nous avons d'abord cherché des données de sources différentes. Ensuite, nous avons retouché quelques guides d'entretiens de manière à réitérer certaines informations dans le but d'atteindre la validité du construit.

3.4.3. Crédibilité

Le troisième critère cherche à savoir si les analyses réalisées sont solides et dans quelle mesure les interprétations sont vraisemblables (Noël, 2011 : 184). Comme le prescrit ce critère, nous avons proposé des explications reposant sur des faits. Pour ce faire, nous avons ainsi utilisé le principe triangulation des données, afin de vérifier si les conclusions pour un même phénomène convergeaient. Par ailleurs, nous avons pris soin de rester fidèles quant aux réponses des participants en insérant des verbatim, ce qui nous assure de ne pas contredire les propos apportés par ces derniers.

3.4.4. Transposition

Enfin, le quatrième critère soulève le questionnement de la généralisation théorique (Noël, 2011 : 185). De manière exacte, l'interrogation est de déterminer si les observations et les résultats de la présente étude peuvent s'appliquer dans un cas différent et obtenir des conclusions significatives. Toutefois, à titre de rappel, l'objectif de cette recherche n'est pas d'établir des généralisations statistiques. Au contraire, nous cherchons plutôt à approfondir notre compréhension sur un phénomène précis à savoir les grappes industrielles. À cet effet, nous sommes contraints à une perspective de généralisation théorique qui se prête davantage aux études de cas (Noël, 2011 : 185). Néanmoins, nous avons pris soin de proposer des pistes de réflexion quant au transfert des résultats dans un ensemble de circonstances distincts dans la conclusion.

3.5. Sommaire

Ce chapitre informe des choix méthodologiques qui ont guidés la conduite de cette recherche. Pour les fins de cette dernière, nous avons choisi d'étudier le cas de l'intelligence artificielle à Montréal selon un devis qualitatif. Dans ces conditions et selon les critères qu'avancent Yin (2014), nous avons porté notre choix vers l'usage d'une étude de cas unique. Nous avons ensuite considéré différentes méthodes de collectes de données incluant la documentation publique et les entretiens semi-dirigés individuels. L'utilisation de deux méthodes soutient la vérification et la convergence des évidences en vue d'atteindre nos objectifs.

De plus, nous avons élaboré trois critères à savoir, la nature des parties prenantes, le positionnement géographique et les connaissances des répondants pour la détermination de l'échantillon. Cela a pour finalité la création d'un échantillon représentatif de l'industrie en intelligence artificielle à Montréal. Les données récoltées à cet égard ont été analysées et rapportées aux événements soulevés dans la frise chronologique. Enfin, la recherche a été conçue suivant un ensemble de critères que pose Noël (2011). Ceux-ci assurent le respect de la rigueur dans le processus de recherche de type qualitative.

CHAPITRE IV

4. PRÉSENTATION DU CAS

Ce chapitre répond à la première question que pose ce mémoire soit de présenter la structure actuelle de l'industrie de l'intelligence artificielle à Montréal. Pour ce faire, nous dresserons le portrait socio-économique de Montréal. Par la suite, nous définirons l'intelligence artificielle en plus de décrire ces domaines d'applications. Nous porterons ensuite une attention particulière sur la manière dont l'industrie s'est formée à Montréal, pour finalement décrire sa structure ainsi que les acteurs la composant. Ces éléments précurseurs agissent tel un point de départ pour comprendre la naissance de l'industrie menant ci-après à la formation d'une grappe industrielle.

4.1. Portrait de Montréal

L'agglomération de Montréal se subdivise en 16 municipalités, dont la ville de Montréal². En 2017, son territoire accueillait 2 033 189 habitants représentant ainsi près du quart de la population totale du Québec (Tableau 5). En 2015, le revenu disponible par habitant des Montréalais se trouvait supérieur à ce que l'on observe pour la province de Québec. Situé à proximité du marché nord-américain, son positionnement géographique confère aux entreprises de nombreux avantages pour les échanges commerciaux. Celles-ci bénéficient d'autant plus des infrastructures logistiques telles que trois aéroports, dont deux internationaux, ainsi que du port de Montréal, soit l'un des plus achalandés en Amérique du Nord (Montréal International, 2017). Ces caractéristiques se rapportent à des avantages d'un pouvoir commercial important.

² La liste complète des MRC est disponible à l'adresse suivante : http://diffusion.stat.gouv.qc.ca/pls/hcp/hcp221_cons1_muncpl_cons1_ra_mrc?pvcLangue=fr, Page consulté le 1^{er} novembre 2017

Tableau 5 - Portrait sommaire régional

	Montréal	Province de Québec
Superficie en terre ferme (2016)	498 km ²	1 300 859 km
Densité de population	4 081,5 hab./km ²	6,5 hab./km ²
Population totale en 2017	2 033 189 hab.	8 394 034 hab.
Revenu disponible par habitant (2015)	27 140 \$	26 857 \$
PIB aux prix de base par habitant (2015)	62 134 \$	42 507 \$

Source : Institut de la statistique du Québec, 2017

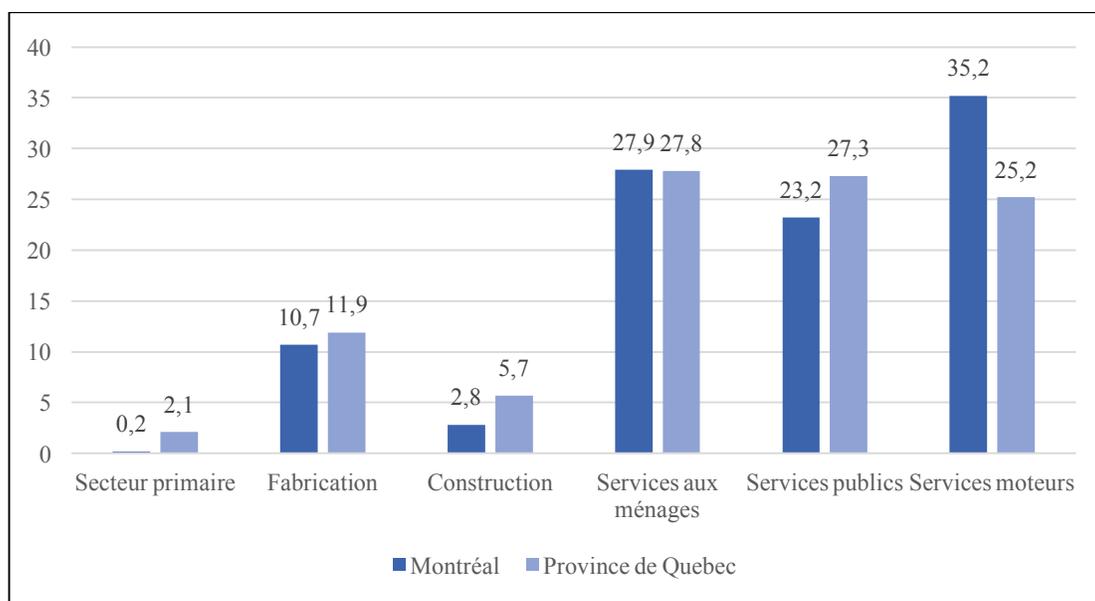
Le tissu économique de Montréal repose sur le secteur tertiaire qui est associé à la production de services comparativement au reste de la province de Québec (Figure 2). Cela étant dit, la majorité des travailleurs se répartissent selon trois secteurs d'activités économiques : les services moteurs qui constituent 35,2 % de l'emploi, les services aux ménages 27,9% de l'emploi et des services publics 23,2% de l'emploi en 2016³ (Institut de la statistique du Québec, 2017). Pour les services moteurs, il s'agit du commerce de gros, des informations, de la culture et des loisirs, des services financiers, des services professionnels, scientifiques et techniques offerts. Le reste des activités économiques se partage entre les emplois en fabrication (10,7%), en construction (2,8%) puis très faiblement dans le secteur primaire (0,2%).

Montréal se distingue également par sa notoriété marquée en ce qui a trait au capital humain. La métropole du Québec constitue un pôle majeur en enseignement. Ce constat est justifié par le fait que l'on dénombre onze institutions d'enseignements universitaires, dont six à vocations générales, deux en gestion et en administration publique puis trois en génie et en recherche scientifique⁴. Ce nombre d'établissements appuie la formation d'un réseau universitaire en tant que levier économique et social dans la mesure où celui-ci permet de former une main-d'œuvre qualifiée pour l'ensemble des secteurs d'activités de l'agglomération de Montréal.

³ Services aux ménages : commerce de détail, transport et entreposage, hébergement et restauration, autres services. Services publics : services d'utilité publique, enseignement, santé et services sociaux, administration publique.

⁴ La liste complète des établissements universitaires est disponible à l'adresse suivante : <http://www.montrealinternational.com/investissements-etrangers/pourquoi-investir-a-montreal/bassin-de-main-d-oeuvre-hautement-qualifie/>, Page consulté le 1^{er} novembre 2017

Figure 2 - Emploi selon le secteur d'activité (en pourcentage) en 2016



Source : Institut de la statistique du Québec, 2017

L'avantage qui découle des caractéristiques énoncées ci-haut est la possibilité d'attirer des IDE à Montréal. En effet, une publication collaborative de la Chambre de commerce du Montréal métropolitain (CCMM) et de Montréal International (MI) met en exergue les éléments favorisant la venue d'IDE dans la région métropolitaine. Ceux-ci se déclinent soit, en ordre d'importance, par l'accès au marché, la présence d'une main-d'œuvre qualifiée, la compétitivité (coûts), l'effet de grappe, l'aide financière, les incitatifs aux entreprises ainsi que l'accès aux ressources (Chambre de commerce du Montréal métropolitain et Montréal International, 2016).

En considérant la situation générale, le portrait de Montréal expose que les conditions nécessaires pour la formation d'un environnement économique favorable sont existantes. Ces conditions se rapportent ainsi tels des avantages relatifs à la localisation (Sölvell, 2008) pouvant encourager l'émergence de grappes industrielles.

4.2. Naissance de l'industrie de l'IA à Montréal

Dans les paragraphes qui suivent, nous présenterons l'industrie de l'IA afin de mieux comprendre ses applications et son positionnement à travers les sphères économiques. Ensuite, nous exposerons les raisons de la naissance de l'industrie en intelligence artificielle à Montréal.

4.2.1. Survol de l'industrie

Historiquement, les principes de bases de l'intelligence artificielle ont été élaborés par l'engagement de Alan Turing (1950), mathématicien pionnier de cette science. Ce dernier discute et élabore un test sur la possibilité de mécaniser l'intelligence humaine (Cockburn, Henderson et Stern, 2018). Bien qu'il n'existe aucune définition unique, l'intelligence artificielle « vise à reproduire et à améliorer les capacités humaines grâce à des machines et à des logiciels » (Chambre de commerce du Montréal métropolitain, 2018). Pour ce faire, plusieurs approches basées principalement sur la science des données sont utilisées comme la recherche opérationnelle, l'apprentissage profond, l'apprentissage machine et l'analytique de données. Un ensemble d'algorithmes se veut ainsi nécessaire pour parvenir à répliquer le raisonnement humain chez les machines.

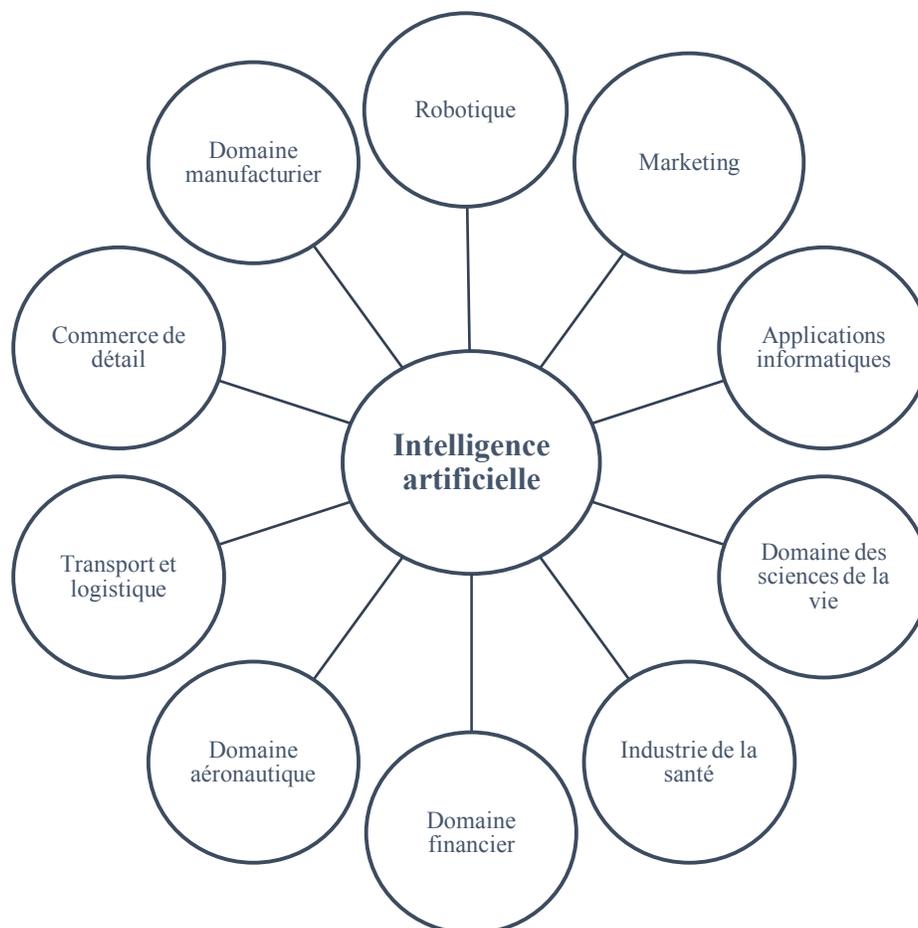
Les premiers essais pour attribuer l'intelligence à une machine ont donné lieu à des résultats dignes de remarques telles que l'aptitude d'un ordinateur à jouer une partie de jeu d'échecs voir même s'engager dans des conversations avec un humain (Cockburn, Henderson et Stern, 2018). Progressivement, les approches reliées à l'intelligence artificielle font état de domaine de recherche et l'avènement de l'intelligence artificielle entraîne des avancées technologiques qui permettent, entre autres, aux machines de raisonner, de planifier, de percevoir ainsi que traiter rapidement des quantités massives d'informations. Quoique l'influence et les applications de cette industrie sont largement reconnues dans le domaine de la robotique, il n'en reste pas moins que l'exploitation des recherches en intelligence artificielle a un impact sur l'innovation et les industries périphériques (Cockburn, Henderson et Stern, 2018). En effet, le déploiement à grande échelle de l'intelligence artificielle est percevable dans de nombreux domaines comme

représentés dans la figure 3 ci-dessous. Cela dit, chaque domaine comprend des applications industrielles plus précises qui apportent des gains considérables pour ces secteurs économiques. Cela s'entend de l'informatique médicale en matière d'analyse et de prise de décision, du cybercommerce dont les assistants peuvent fournir de meilleurs conseils et des transports dans les systèmes d'aide à la conduite par exemple (Conseil des technologies de l'information et des communications, 2015).

Par surcroît, l'intelligence artificielle représente une approche dans la mesure que ces applications deviennent une manière d'aborder un problème. Suivant cette réflexion, l'intelligence artificielle s'insère dans les solutions et conséquemment ce domaine insiste à l'innovation où les recherches peuvent être appliquées (Cockburn, Henderson et Stern, 2018). Un des enseignements pertinents à retirer est que les techniques développées en intelligence artificielle deviennent des approches pour entreprendre des améliorations dans de multiples domaines comme l'admettent Cockburn, Henderson et Stern (2018).

Enfin, l'intelligence artificielle n'est plus une idée abstraite en laboratoire comme autrefois. Au contraire, les applications industrielles se font déjà ressentir sur le marché montréalais comme nous le verrons dans les prochaines sections avec les récentes percées dans le domaine. Néanmoins, les progrès ne semblent pas encore être arrivés à maturité d'où l'importance et l'intérêt de poursuivre les recherches surtout étant un domaine qui s'appuie fortement sur la recherche fondamentale (Montréal International, 2017). Mise à part la définition proposée, l'intelligence artificielle représente une approche, c'est-à-dire une façon d'aborder un problème ou de traiter un domaine en particulier. La prochaine sous-section aborde les raisons de son introduction à Montréal.

Figure 3 - Domaines d'application de l'intelligence artificielle



Source : Inspiré du rapport du Conseil des technologies de l'information et des communications (2015, p.3)

4.2.2. Talent scientifique local et industrie de l'IA

L'activité actuelle de Montréal en tant que pôle d'expertise dans l'industrie de l'intelligence artificielle est attribuable aux talents scientifiques locaux qui s'y trouvent. En effet, la présence de personnes remarquables dans le domaine dont Yoshua Bengio fait partie du processus de la naissance de l'industrie à Montréal. Contre toute attente, celle-ci remonte aux années 1980.

Yoshua Bengio, chercheur et professeur chevronné réalise d'abord ses études de premier cycle en génie informatique et poursuit son doctorat dans la même spécialisation à l'Université McGill à Montréal. Durant ses années aux cycles supérieurs, il s'intéresse à la reconnaissance vocale avec des méthodes statistiques en plus des réseaux neuronaux. En complément, ses intérêts sont concentrés sur des questions fondamentales, dont les algorithmes d'apprentissages, la géométrie dans les espaces de grandes dimensions, l'apprentissage multiple et l'apprentissage statistique. En 1980, après avoir consulté les travaux de Geoffroy E Hinton, également chercheur, Yoshua Bengio commence à s'intéresser à l'intelligence artificielle. L'aspiration pour ce domaine et plus particulièrement la sphère en apprentissage profond est alors initiée.

Au cours des années 90, ces deux chercheurs aux intérêts communs se rencontrent et collaborent sur des projets relatifs aux réseaux de neurones. Tout ce qui en découle est important pour la naissance de l'industrie, car Yoshua Bengio recrute et construit avec succès des programmes qui permettent d'avancer les recherches en algorithmes d'apprentissages. Avec justesse, en 1993, Yoshua Bengio fonde et dirige le Laboratoire d'Informatique des Systèmes Adaptifs (LISA) aujourd'hui mieux connu sous le nom de l'Institut des algorithmes d'apprentissage de Montréal (MILA). En 2004, Yoshua Bengio et Geoffroy E Hinton, lancent le programme intitulé Apprentissage automatique apprentissage biologique (anciennement appelé «*Calcul neuronal et perception adaptive*»). Financé en grande partie par des fonds privés, publics et par l'Institut canadien de recherches avancées (ICRA) c'est dans ce programme que sont réalisées les découvertes qui permettent de révolutionner l'industrie de l'IA.

En effet, sous leur direction, le programme de l'ICRA a donné naissance à la technique appelée apprentissage profond. Cette découverte scientifique s'inspire des travaux de Alan Turing entrepris lors des années 1950, mais, par opposition aux techniques traditionnelles, les nouveaux systèmes créés par les chercheurs du programme se composent de couches d'étapes non linéaires que l'on peut désormais entraîner (LeCun, Bengio et Hinton, 2015). Pendant plus de 10 ans, ces chercheurs persévérants ont alors développé les techniques 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 celle des entreprises. En fait, c'est réellement en 2012, lors de la tenue du concours ImageNet, que l'approche en apprentissage profond connaît une percée fulgurante. Geoffroy E Hinton, alors présent avec deux étudiants, s'appuie sur les travaux de Yoshua Bengio et Yan LeCun, ses confrères du programme de l'ICRA, et remporte le concours grâce à leur technique en apprentissage profond. Cette reconnaissance rend légitime la puissance de la technique, dorénavant devenue un standard quant à la vision par ordinateur, la reconnaissance de la parole et la compréhension du langage. De nos jours, l'apprentissage profond se perçoit chez les géants informatiques, dont Google et Facebook pour ne nommer que ceux-ci. Par le biais de ce concours, Yoshua Bengio, Geoffroy E Hinton et Yan LeCun deviennent des figures emblématiques ayant participé à la naissance de cette nouvelle technique.

Habitant la métropole québécoise, Yoshua Bengio ne contribue pas simplement à la naissance de l'industrie par ses travaux. À l'évidence, la portée de ses contributions va au-delà de ses recherches étant un entrepreneur et fondateur de compagnies qui sont impliquées dans l'industrie montréalaise en intelligence artificielle. En 2001, il a cofondé avec trois de ses étudiants l'entreprise ApSTAT Technologies et en 2016, auprès de trois autres personnes, Element AI. Celles-ci sont considérées telles des *spin-offs*. Récipiendaire du prix Marie-Victorin⁵ en 2017, Yoshua Bengio est éditeur du *Journal of Machine Learning Research*, de *Foundations and Trends in Machine Learning* ainsi qu'éditeur associé de *Neural Computation*. Il codirige actuellement le programme

⁵ À titre d'information supplémentaire, le prix Marie-Victorin se décerne à un chercheur ou une chercheuse en sciences naturelles, c'est-à-dire les groupes de disciplines dans les sciences exactes, les sciences de l'ingénierie puis les sciences agricoles.

d'Apprentissage automatique, apprentissage biologique auprès de Yan LeCun. Il est également professeur titulaire du Département de l'Informatique et de Recherche Opérationnelle (DIRO) à l'Université de Montréal, directeur de l'Institut des algorithmes d'apprentissages de Montréal (MILA), titulaire de la prestigieuse chaire de recherche du Canada en algorithmes d'apprentissage statique et directeur scientifique de l'institut de la valorisation des données (IVADO). Sous sa charge, il supervise présentement 38 étudiants et chercheurs postdoctoraux en plus d'avoir 250 publications scientifiques et 3 livres à son actif.

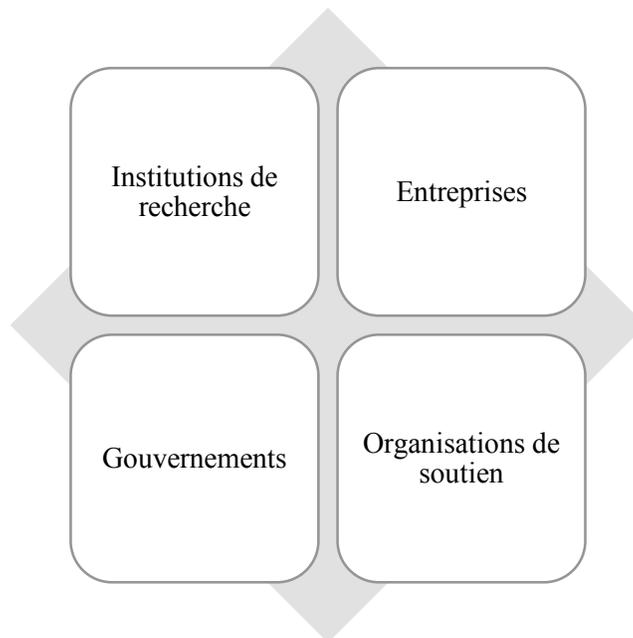
Cependant, le talent local ne se limite pas qu'à Yoshua Bengio, bien qu'il soit reconnu tel un pionnier dans la branche de l'apprentissage profond. Montréal dispose de plusieurs autres chercheurs qui participent pareillement au pôle d'expertise. C'est le cas de Joëlle Pineau, professeure de sciences des données à l'Université McGill. Après son doctorat en robotique à l'Université Carnegie Mellon, à Pittsburgh, cette dernière revient à Montréal. Elle est maintenant codirectrice du Laboratoire d'apprentissage et de raisonnement (*Reasoning and Learning Lab*) de concert avec Doina Precup, professeure agrégée à l'École informatique de l'Université McGill. Ces deux grandes spécialistes en apprentissage par renforcement travaillent sur d'autres branches de l'intelligence artificielle par exemple, l'apprentissage machine. En 2017, Joëlle Pineau fut nommée à la tête du laboratoire de recherche de Facebook en IA à Montréal alors que Doina Precup dirige nouvellement la succursale montréalaise de *DeepMind*, société qui appartient à Google.

En somme, Montréal joue un rôle prépondérant dans le domaine de l'intelligence artificielle et le talent local explique sa naissance dans la région. Ces débuts sont assignables à la reconnaissance des travaux en apprentissage profond du scientifique et entrepreneur montréalais Yoshua Bengio. Cette technique est aujourd'hui la principale technologie à la base de l'intelligence artificielle et de l'apprentissage machine (Montréal International, 2017). Les talents concentrés dans la région sont ainsi d'une part à l'origine de la naissance et d'autre part des participants et contributeurs à son essor actuel.

4.3. Structure de l'industrie de l'IA à Montréal

Partant de la reconnaissance attribuée à Montréal quant aux talents, un ensemble d'acteurs économiques s'est introduit dans l'environnement local pour se greffer à l'industrie. Suivant l'objectif de présenter la structure de l'industrie de l'intelligence artificielle à Montréal, nous avons regroupé dans la figure 4 les acteurs y participant.

Figure 4 - Structure de l'industrie de l'intelligence artificielle à Montréal



Le noyau de la structure industrielle est les institutions de recherche étant donné que les bases de l'IA reposent sur les découvertes effectuées par les chercheurs scientifiques. Dans cette optique, la présentation des composantes de la structure s'amorce par les institutions de recherche. Il s'agit des centres de recherche et des établissements scolaires. À cela s'ajoutent d'autres composantes comme les entreprises, les gouvernements et les organismes de soutien qui sont d'importants acteurs pour le fonctionnement de l'industrie comme l'indique la figure 4. Il convient cependant de souligner qu'à l'inverse de la majorité des industries qui se classent d'après le système de classification des industries de l'Amérique du Nord (SCIAN), l'intelligence artificielle n'a pas de définition établie.

Cela étant dit, aucun code SCIAN ne lui est attribué ce qui rend difficile de circonscrire l'industrie ainsi que récolté des données sur les établissements et le secteur en général.

4.3.1. Institutions de recherche

Les institutions de recherche regroupent les établissements scolaires et les laboratoires de recherche de Montréal. Ceux-ci constituent la première composante de la structure industrielle. Les établissements scolaires offrent des programmes de formation au niveau des cycles supérieurs, dont des maîtrises et des doctorats reliés aux domaines de recherche en IA. Par exemple, en génie informatique et en science de la décision étant utile au domaine de l'apprentissage profond et automatique. Parmi les établissements universitaires, nous retrouvons principalement l'Université de Montréal, la Polytechnique Montréal, l'École des hautes études commerciales de Montréal (HEC Montréal) et l'Université McGill. Partageant des fondements idéologiques similaires en matière d'intelligence artificielle, l'Université de Montréal et l'Université McGill regroupent conjointement plus de 250 chercheurs en intelligence artificielle à Montréal dont majoritairement des doctorants (Montréal International, 2017).

Comme le démontre le tableau 6, Montréal est le berceau de plusieurs institutions de recherche pour les domaines rattachés à l'IA. La majorité d'entre elles existent depuis les années 1990 et leur mission s'en tient à la recherche. Parmi la liste présentée, un certain nombre d'institutions de recherche sont rattachées aux universités montréalaises. Il est notamment question du *Centre for Intelligent Machine (CIM)*, l'Institut des algorithmes d'apprentissage de Montréal (MILA), le laboratoire d'imagerie, de vision et d'intelligence artificielle (LIVIA) et le *Reasoning and Learning Lab*.

Tableau 6 - Institutions de recherche dans les domaines de l'intelligence artificielle à Montréal

Institutions	Mission	Année de création
Centre de Recherche Informatique de Montréal (CRIM)	Développer des technologies innovatrices dans le domaine des technologies de l'information.	1985
<i>Centre for Intelligent Machine</i> (CIM)	Promouvoir et faciliter la recherche des systèmes intelligents.	1985
Groupe d'études et de recherche en analyse des décisions (GERAD)	Développer la mathématique de décision sous plusieurs formes	1979
MILA (Autrefois LISA)	Rassembler les chercheurs de haut niveau dans le domaine de l'apprentissage profond.	1993
Laboratoire d'imagerie, de vision et d'intelligence artificielle (LIVIA)	Résoudre des problèmes de vision artificielle, de reconnaissance de formes et autres types d'apprentissage.	-
Laboratoire juridique Lavery	Laboratoire juridique qui analyse et suit les développements dans le domaine de l'intelligence artificielle.	2017
Laboratoire de recherche appliquée en linguistique informatique	Réunir les informaticiens et des linguistes qui se spécialisent dans le traitement automatique du langage naturel soit une branche de l'intelligence artificielle.	1984
Nuance	Concevoir des technologies intuitives pour permettre d'utiliser la voix humaine dans des commandes.	1994

Note : Inspiré de la cartographie de l'écosystème canadien de l'intelligence artificielle (Gagné, 2017)

Bien que l'on retrouve huit institutions locales, Montréal accueille aussi des institutions de recherche issues de compagnies internationales. En effet, tel que le tableau 7 le démontre, depuis 2017, plusieurs entreprises de renom ont implanté leur laboratoire de recherches du fait que Montréal s'est placée au-delà de ses adversaires canadiens en offrant davantage de centres locaux. À vrai dire, 53%, soit 15 des 28 centres de recherche dans le domaine, se trouvent à Montréal considérant l'entièreté de l'écosystème canadien. Toronto se classe deuxième avec six centres de recherche, suivi d'Edmonton avec trois centres de recherche puis Vancouver et Waterloo à égalité avec respectivement deux centres de recherche⁶. En plus de prendre place physiquement dans la structure industrielle, les entreprises multinationales participent financièrement par l'entremise IDE portant appui au secteur. Lors de son arrivé à Montréal, Facebook a investi 7 millions de dollars américains (US\$), Google 4,5 millions US\$ sur 3 ans au MILA, Thales (CortAix) 20 millions de dollars canadiens au cours des 4 à 5 prochaines années ainsi que *DeepMind* qui ne s'est toutefois pas prononcé sur le montant total de sa contribution.

⁶ Jean-François Gagné (blogue), *Cartographie de l'écosystème canadien de l'IA*, Récupéré le 15 novembre 2017 de <http://www.jfgagne.ai/new-blog/2017/6/14/cartographie-de-lcosystme-canadien-de-lia>

Tableau 7 - Institutions de recherche issues de compagnies internationales dans les domaines de l'intelligence artificielle à Montréal

Institutions	Mission	Affiliation	Année d'arrivée
CortAIx (Thales)	Développer des solutions qui permettront d'améliorer la prise de décision pour les compagnies	MILA et IVADO	2017
<i>DeepMind</i>	Maximiser l'impact de l'intelligence artificielle en développant des programmes qui peuvent apprendre à résoudre des problèmes complexes.	Google	2017
<i>Facebook Artificial Intelligence Research</i> (FAIR)	Comprendre et développer des systèmes intelligents.	MILA, Université de Montréal et Université McGill	2017
<i>Google Brain (Research at Google)</i>	Approfondir les recherches en apprentissage profond.		2016
Laboratoire IBM	Collaborer avec les chercheurs du MILA sur des projets en recherche fondamentale.	MILA	2017
L'institut des technologies avancées de Samsung	Faire avancer la recherche dans les domaines de la reconnaissance vocale, la reconnaissance visuelle, la traduction et la conduite autonome.	MILA	2017

Note : Inspiré de la cartographie de l'écosystème canadien de l'intelligence artificielle (Gagné, 2017)

À la lumière des tableaux 6 et 7, il apparaît d'une part que la mission des institutions de recherche listées, qu'elles soient locales ou internationales, gravite certes autour de la progression de la recherche dans le domaine de l'IA. Il convient d'autre part de souligner que la majorité des centres de recherche issue de compagnies internationales se rattachent à des organisations et des universités importantes dans l'industrie. Ces liaisons ont, par

conséquent, le potentiel de générer des retombées positives notamment dans le développement de projet conjoint.

4.3.2. Entreprises

En 2017, le Canada comptait un total d'environ 550 entreprises, dont plusieurs *starts-ups* en intelligence artificielle. Sur ce compte, Toronto, Vancouver et Montréal se partagent respectivement la présence de plus de 195, 100 et 90 entreprises et *starts-ups*, plaçant Montréal au troisième rang (Annexe 2). Le reste du système canadien se trouve dans la région de Waterloo-Kitchener en Ontario et à Edmonton (Annexe 3). Malgré que Montréal constitue un marché de plus petite taille que Toronto et Vancouver, l'IA reste un domaine en effervescence dans la métropole du Québec.

Parmi les entreprises, on retrouve également des joueurs internationaux tel que Pratt & Whitney, Air Canada, Salesforces et SAP, pour ne nommer que ceux-ci (Montréal International, 2017). À cela s'ajoutent d'autres entreprises locales qui bonifient le système montréalais en matière d'intelligence artificielle. Celles-ci sont regroupées par secteur d'activité dans le tableau 8 présenté ici-bas.

Tableau 8 - Entreprises œuvrant dans les secteurs d'activités de l'intelligence artificielle à Montréal

Secteur d'activité	Entreprises
Analyse de données	Mnubo, BioMindR, Keatext, SPORTLOGiQ
Apprentissage automatique	Google, Maluuba, Microsoft, Machine Learning Data Base (MLDB)
Chaîne logistique	JDA Labs
Création musicale	Logiciel d'audio instantané LANDR
Éducation / Linguistique	Druide informatique, Erudite Science, Quizzio
Finance	Finn.ai, iSentium, Perfikt
Imagerie médicale	Cadens Medical Imaging, Imagia

Immigration	Botler AI
Marketing, ventes et soutien client	Automat, Fuzzy AI, Heyday, Seevibes, Thridshelf, Smooch, Roof.AI, Intellogo, FaimData, Propulse Analytics, Acquisio, Certimail, Roof ai
Reconnaissance de la parole	Fluent.ai
Reconnaissance vocale	Nuance
Recherche de données	My intelligent machines (MIMS)
Sécurité	Aerial, Delve Labs, Zerospam, Immunio, Delve Labs, Blockstream, Avant-garde solution
Service	Element AI, Kaloom, Local Logic, Silentale, Nash, Qclinics, S3r3nity, Csiflex, Seamless Planet
Système d'analyses d'affaires	Technologie ApSTAT, Potly, Via Science
Transport	INRO, GIRO
Vision par ordinateur	Envision.ai

Note : Inspiré de la publication *Le Grand Montréal : plaque tournante de l'intelligence artificielle* (Montréal International, 2017) et de la cartographie de l'écosystème canadien de l'intelligence artificielle (Gagné, 2017)

Cette liste, bien que non exhaustive⁷, illustre que l'IA s'insère dans plusieurs secteurs d'activités économiques. À la vue d'une telle caractéristique, les entreprises ont avantage à se positionner comme utilisatrices de cette technologie afin de préserver leur avantage concurrentiel face à leur créneau industriel. Toujours en référence au tableau 8, certaines des entreprises locales montréalaises s'inscrivent dans un processus de *spin-off*. Il est question de *Druide informatique* (Université de Montréal), de *MIMS* (UQAM), de *Nuance* (Université de Montréal) et d'*Element AI* (Université de Montréal).

⁷ Nous tenons à préciser que cette liste est non exhaustive, car étant une industrie présentement en évolution, nous ne sommes en mesure d'intégrer la totalité des acteurs la composant. De plus, aucune organisation ne présente les composantes de l'industrie en IA ce qui explique, une fois de plus, la difficulté de circonscrire le secteur.

Enfin, malgré l'absence de données sur l'emploi dans le domaine de l'intelligence artificielle, il est possible de distinguer que Montréal n'est pas simplement un épicode de recherche en IA. Les entreprises sur le territoire montréalais justifient la présence d'un tissu industriel.

4.3.3. Gouvernements

La troisième composante de l'industrie de l'intelligence artificielle est formée des gouvernements provinciaux et fédéraux. Leur présence dans l'industrie se manifeste plus particulièrement par leur soutien financier afin d'appuyer la croissance du secteur et renforcer son positionnement actuel.

4.3.3.1. Gouvernement du Québec

Le conseil consultatif sur l'économie et l'innovation (CCEI) avance que « dans une économie concurrentielle, le Québec se doit d'affirmer sa position dans les domaines porteurs tels que l'intelligence artificielle » (CCEI, 2016). Faisant référence à cette réalité, le gouvernement du Québec (2017-2018) propose de soutenir la croissance du domaine de l'intelligence artificielle. En effet, son Plan économique du Québec prévoit une contribution de 100 millions de dollars canadiens sur 5 ans octroyée pour la création d'une supergrappe⁸ en intelligence artificielle à Montréal. La division de cette mesure financière est explicitée dans l'annexe 4.

La création d'une supergrappe en intelligence artificielle est composée de cinq volets d'intervention ciblés. Ceux-ci se déclinent de la manière suivante : l'attraction et la rétention des talents, la consolidation d'une masse critique de chercheurs, la création d'un environnement d'affaires favorable, l'accès au capital de risque pour le démarrage d'entreprises dans le domaine de l'intelligence artificielle ainsi que l'acceptabilité et l'impact social de l'intelligence artificielle (Gouvernement du Québec, 2017).

⁸ L'objectif de la supergrappe est de faire de Montréal un pôle économique en recherche.

Mis à part le soutien financier apporté, le gouvernement provincial a mandaté l'Université de Montréal pour l'élaboration d'un plan stratégique afin de conduire à la création d'une grappe québécoise en intelligence artificielle (Gouvernement du Québec, 2017). Le gouvernement provincial confère ainsi la mission à un comité d'orientation de maximiser l'effet de levier de l'investissement gouvernemental notamment par la recherche d'investissements privés. Le comité se compose de 12 membres et est chargé de trouver 50 millions de dollars de fonds privés pour investir dans la grappe en intelligence artificielle à Montréal⁹ en plus de présenter un plan stratégique contenant une vision claire à l'égard du développement d'une grappe industrielle québécoise dans le même domaine.

4.3.3.2. *Gouvernement du Canada*

Le gouvernement du Canada (2017-2018) propose de fournir du financement afin de rehausser et solidifier l'avantage du Canada en ce qui concerne le domaine de l'IA. Pour ce faire, des investissements de 35 millions de dollars canadiens seront injectés sur une période de 5 ans, à compter de 2017-2018, pour promouvoir les collaborations internationales (Gouvernement du Canada, 2017). Afin d'attirer les talents universitaires et accroître le nombre de stagiaires, le budget fédéral de 2017-2018 finance aussi la mise en place d'une stratégie pancanadienne, c'est-à-dire relative à l'ensemble du Canada, en matière d'intelligence artificielle. Cette stratégie comprend quatre principaux objectifs dont augmenter le nombre de chercheurs et diplômés, établir des centres d'excellence scientifiques à Edmonton, Montréal et Toronto-Waterloo, établir une vision éclairée relative aux retombées du domaine ainsi que soutenir la communauté de recherche nationale¹⁰. Pour ce faire, 125 millions de dollars ont été affectés au déploiement de la stratégie pancanadienne en 2016-2017 uniquement (Gouvernement du Canada, 2017). À cela s'ajoute qu'en 2014, le gouvernement fédéral a déclaré la création d'un Fonds d'excellence en recherche Apogée Canada (FERAC) dont le but est de soutenir les

⁹La Presse, *Intelligence artificielle : réponse « très forte » des investisseurs*, Récupéré le 7 novembre de <http://affaires.lapresse.ca/economie/technologie/201708/06/01-5122487-intelligence-artificielle-reponse-tres-forte-des-investisseurs.php>

¹⁰ Institut canadien de recherche avancée, *Surviv de la Stratégie pancanadienne en matière d'intelligence artificielle*, Récupéré le 7 novembre 2017 de <https://www.icra.ca/assets/surviv-de-la-strategie-pancanadienne-en-matiere-dintelligence-artificielle/>

établissements postsecondaires canadiens. Par le biais du FERAC, le gouvernement fédéral a accordé une subvention de 93 millions de dollars canadiens, en 2016, à l'Université de Montréal, la Polytechnique et à HEC Montréal pour leurs recherches en apprentissage profond piloté par leur initiative nommée IVADO. Nous prendrons d'ailleurs soin de revenir sur cette composante importante lors de la présentation des organisations de soutien.

Le gouvernement fédéral déploie une initiative similaire au Québec pour la mise sur pied d'une supergrappe celle-ci se nommant l'Initiative des supergrappes d'innovation. À cet effet, il prévoit investir 950 millions de dollars canadiens. Les fonds sont toutefois attribués par voie concurrentielle, c'est-à-dire que les entreprises doivent élaborer et soumettre une proposition en vue d'obtenir ce financement (Gouvernement du Canada, 2017). Le consortium canadien regroupant les instituts de recherche d'Edmonton, Toronto et Montréal en IA n'a cependant pas été retenu parmi les finalistes de cette initiative au niveau fédéral ne pouvant ainsi bénéficier des fonds accordés¹¹. Malgré ce refus, l'élan créé par cette initiative a su stimuler la collaboration des parties prenantes en vue de mettre sur pied des projets novateurs (CCMM, 2018). La supergrappe des chaînes approvisionnements propulsés par l'intelligence artificielle (SCALE.AI) dont le siège se trouve à Montréal, a, quant à elle, été retenue dans le cadre de l'initiative fédérale. Ce résultat favorisera l'intégration des technologies de l'IA dans les secteurs du commerce de détail, de la fabrication, des transports, des infrastructures et des technologies de l'information et des communications (Gouvernement du Canada, 2017). Ces secteurs sont d'ailleurs bien présents à travers la métropole comme mentionnée dans le portrait de Montréal. Il en découle ainsi l'avantage de pouvoir insérer l'IA dans plusieurs domaines à travers la région.

Finalement, les gouvernements participent activement dans la structure industrielle grâce à leur volonté d'investir dans des projets au même titre qu'en déployant des interventions ciblées pour la conception d'une grappe industrielle en intelligence artificielle.

¹¹ Les affaires, *Supergrappes d'innovation : Pierre Boivin à la fois déçu et optimiste*, Récupéré le 15 novembre 2017 de <http://www.lesaffaires.com/dossier/ia-comment-le-quebec-prend-part-a-la-revolution/supergrappes-d-innovation-pierre-boivin-a-la-fois-decu-et-optimiste>

4.3.4. Organisations de soutien

Les organisations de soutien représentent la quatrième composante de la structure industrielle. Il s'agit plus particulièrement des partenaires locaux, des sociétés de capital de risque ainsi que des incubateurs.

L'organisme « La Communauté métropolitaine de Montréal » (CMM) a érigé un modèle montréalais qui regroupe les principaux partenaires locaux pour les grappes industrielles présentes sur le territoire (Annexe 4). Les grappes industrielles de Montréal peuvent, par conséquent, tirer profit du soutien de ces derniers. L'un des rôles de la CMM est de veiller au développement économique urbain. Pour ce faire, ils proposent un projet de structuration des grappes industrielles. La conception d'un tel programme a permis d'améliorer la croissance et la compétitivité d'industries prometteuses¹². Voilà de cela que neuf grappes métropolitaines sont désormais encadrées et procurent des avantages économiques pour le territoire. Cela étant dit, l'industrie de l'intelligence artificielle à Montréal ne bénéficie pas, à ce jour, de secrétariat encadrant ses fonctions et ses activités.

Ce nonobstant, ils sont liés des organisations de soutien autres que la CMM dont Montréal International et la Chambre de Commerce du Montréal Métropolitain (CCMM). L'objectif premier de MI est de valoriser Montréal pour attirer des investissements en provenance de l'étranger en plus d'accélérer la réussite de ses partenaires locaux. Pour les grappes industrielles, plus précisément, MI assure la mise en place de forums afin de permettre aux acteurs d'échanger sur des enjeux communs de l'industrie au même titre que de favoriser la collaboration entre les parties prenantes autour de projets porteurs. La CCMM, quant à elle, a pour mission de soutenir le milieu des affaires montréalais et d'agir pour la prospérité des entreprises de la métropole. Ces deux organismes ont ainsi pris part à la structure industrielle en promouvant la notoriété de l'intelligence artificielle. Par la promotion médiatique, l'organisation de conférences et de forums économiques, ces organisations ont saisi les opportunités de mettre en valeur la manière dont l'IA touchera toutes les industries (Montréal International, 2017).

¹² Communauté métropolitaine de Montréal, *Genèse des grappes métropolitaines de Montréal*, Récupéré le 1^{er} novembre 2017 de <http://grappesmontreal.ca/cluster-development/origins-of-montreals-metropolitan-clusters>

Les sociétés de capital de risque prennent également part à l'industrie de l'IA. Celles-ci ont pour finalité de participer au financement des entreprises démontrant un fort potentiel de croissance. Certaines dotations consenties par ces sociétés font figure de fonds pour les parties prenantes de l'IA à Montréal telle la compagnie Real-Venture qui a dévoilé un fonds totalisant 180 millions de dollars¹³. Real-Venture a, par ailleurs, participé à la création de Element AI, une entreprise porteuse dans le secteur de l'IA à Montréal. Cette dernière a reçu un financement de 137,5 millions de dollars canadiens. De plus, la Caisse de dépôt et placement du Québec (CDPQ) et le Mouvement Desjardins ont ouvert un fonds destiné à l'IA dans le secteur des technologies financières plus spécifiquement. Par conséquent, ces sociétés de capital de risque agissent en matière de soutien financier favorisant l'éclosion d'entreprises et stimulant l'industrie.

En ce qui concerne les incubateurs et les accélérateurs, ils s'ajoutent aussi à la structure industrielle. Les incubateurs ont pour mission de mettre à la disposition des services aux entreprises en démarrage alors que les accélérateurs s'adressent à des entreprises plus matures pour la recherche de financement. Montréal profite de neuf incubateurs et huit accélérateurs sur son territoire. Certains d'entre eux sont spécifiques à l'IA soit Stradigi Ventures et Element AI.

Enfin, IVADO, ayant été présenté brièvement, provient d'une initiative académique et industrielle regroupant HEC Montréal, la Polytechnique de Montréal et l'Université de Montréal. Ce consortium se donne trois missions dans la structure industrielle. Celles-ci se déclinent de la manière suivante :

1. Participer au développement d'une filière économique autour de l'exploitation des données massives pour la prise de décision;
2. Développer des partenariats privilégiés entre l'industrie et les milieux administratifs, sociaux et universitaires de Montréal et du Québec;

¹³ Les affaires, *Intelligence artificielle : Real Ventures lance un fonds de capital-risque de 180M\$*, Récupéré le 1^{er} mars 2017 de <http://www.lesaffaires.com/techno/internet/intelligence-artificielle-real-ventures-lance-un-fonds-de-capital-risque-de-180m/599061>,

3. Contribuer à l'avancement des connaissances et former les nouvelles générations de scientifique des données.

Regroupant ainsi plus de 1000 scientifiques affiliés au MILA, au *Data Science for Real-Time Decision Making*, au CIRRELT et au GERAD, IVADO se veut de joindre les expertises universitaires avec les besoins des entreprises (IVADO, 2017). Cela soutient ainsi le couplage de différentes parties prenantes dans la structure industrielle d'où la raison de son occurrence dans les organisations de soutien.

Pour conclure quant à ces organismes, plusieurs ressources sont présentes à travers Montréal pour accompagner les parties prenantes de l'industrie de l'IA. Les investissements apportés, la promotion et les rencontres effectués témoignent en effet du support à l'égard de cette dernière. Nous reviendrons plus amplement sur les spécificités de leur rôle et plus particulièrement dans le développement de la grappe industrielle (chapitre V).

4.4. Sommaire

Dans ce chapitre, nous avons répondu à notre premier objectif à savoir de décrire la structure de l'industrie de l'intelligence artificielle à Montréal. En présentant d'abord le portrait de Montréal, nous avons déterminé l'environnement d'affaires dans lequel se trouve l'industrie. Sa description valorise et pose les assises des avantages relatifs à la localisation susceptible de se classer comme un facteur expliquant l'émergence de la grappe industrielle. Pour analyser la création de l'industrie nous avons étudié les raisons de sa popularité. La naissance de l'IA à Montréal est ainsi le témoin d'un long parcours historique et de la relance des recherches par l'initiative du programme de l'ICRA. Celui-ci a permis de soutenir l'amorçage du domaine en apprentissage profond notamment par la présence de la sommité montréalaise, Yoshua Bengio. Nous avons terminé par décrire les quatre composantes de l'industrie de l'IA à Montréal. Les institutions de recherche et les établissements scolaires agissent tel le tremplin de départ avec la recherche fondamentale nécessaire pour faire progresser le domaine. Ces recherches se matérialisent ensuite par le biais de la seconde composante c'est-à-dire les entreprises.

Puis les gouvernements et les organismes de soutien ont comme rôle de mettre à disposition les ressources essentielles au déploiement, dont le financement, l'encadrement et la promotion médiatique.

Finalement, par ce chapitre, nous constatons la présence d'une industrie en IA à Montréal. Cependant, les stades présentés suite à l'industrie dans notre cadre conceptuel illustrent l'itinéraire vers une grappe industrielle. Dans la partie ultérieure, nous mettrons en exergue les facteurs locaux et globaux qui expliquent ce glissement à Montréal.

CHAPITRE V

5. ANALYSE ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Ce chapitre présente les résultats qui proviennent de notre collecte de données. En nous appuyant sur les entretiens, nous serons en mesure de compléter les perspectives quant à l'identification des facteurs locaux et globaux portant à l'explication de l'émergence et du développement des grappes industrielles. Tel qu'il a été décrit dans le chapitre IV, Montréal dispose de forces vives en IA. Cependant, à titre de rappel, l'objectif qui s'ensuit depuis le départ est de répondre à l'une des questions qui s'énonce de la manière suivante : « *Quels sont les facteurs favorisant l'émergence et le développement de la grappe industrielle en intelligence artificielle à Montréal ?* ».

5.1. Facteurs d'émergence de la grappe industrielle en IA à Montréal

La prochaine section fournira une explication des facteurs d'émergence selon une reconstitution des événements et actions que nous avons relevées à la suite de la documentation ainsi que des entretiens semi-dirigés. Nous expliciterons ainsi plus en profondeur les liens laissant présager le commencement de la grappe industrielle en intelligence artificielle à Montréal.

5.1.1. Entrepreneuriat et starts-ups

Nos résultats concordent avec la participation d'entrepreneurs relevés par Isaksen (2016) dans l'émergence des grappes industrielles. La pertinence de nos résultats relève d'autant plus du fait que les entrepreneurs combinent les connaissances existantes et autorisent la commercialisation de ces dernières comme le soulignait Isaksen (2016) dans son cadre d'analyse (Tableau 1). En effet, le tissu industriel en IA à Montréal s'avère être un point central d'une part dans la naissance de l'industrie et d'autre part dans la formation d'une concentration géographique menant à l'émergence de la grappe industrielle. Pour retourner à son fondement, l'intelligence artificielle repose sur la recherche fondamentale et se pratique plus particulièrement dans le monde scientifique et académique. Les premiers jalons historiques de ce domaine ont été initiés par des travaux expérimentaux

principalement en vue d'acquérir de nouvelles connaissances sur ce que l'on pouvait inculquer aux machines (ou ordinateurs). En complément à la recherche fondamentale, le tissu industriel désigne l'ensemble d'activités économiques assimilables à la transformation et la mise en œuvre d'un produit ou d'un service. Cela passe notamment par les entreprises y compris les *start-ups* qui assurent l'aboutissement des recherches en leur donnant une valeur commerciale sur le marché comme au regard de l'analyse d'Isaksen (2016).

Cette interaction entre la recherche fondamentale et le domaine industriel a d'ailleurs été exposée au cours de nos entretiens. Les points de vue récoltés s'accordent quant aux rôles des différents acteurs de la grappe industrielle dans cette liaison. Tel que le suggère l'un des répondants :

« Les entreprises ont les moyens de faire ça, de développer des idées et de les mettre en marché » (No. 2)

En effet, d'une perspective purement économique, les entreprises portent la responsabilité de produire et d'offrir un service afin de répondre aux besoins du marché. Pour ce faire, les entreprises développent des algorithmes en vue de commercialiser des solutions pouvant être intégrées dans les produits. Pour sa part, l'une des entreprises répondantes définit son rôle de la manière suivante :

« Les entreprises permettent de démocratiser, c'est-à-dire de rendre et de créer une valeur commerciale à partir d'une technologie. Créer une valeur commerciale à partir de la recherche » (No. 1)

De ce point découle que le maillage entre la recherche fondamentale et le monde industriel (ou recherche appliquée) est nécessaire afin de supporter les progrès et déceler les applications profitables résultant de la recherche sur le marché. Comme le soutien l'extrait précédent, à même la grappe industrielle, les entreprises détiennent la fonction de commercialiser et donner une valeur financière à un bien ou un service. Cette particularité permet la profitabilité économique du secteur. Cela étant dit, l'intelligence artificielle que l'on retrouve dorénavant sur le marché est supportée par une étroite

coopération entre la recherche et le domaine industriel. Le prochain passage reconnaît, avec justesse, l'ensemble des étapes correspondant à la transition entre la recherche fondamentale et le domaine industriel :

« L'IA est entrée dans le domaine public. Avant, l'intelligence artificielle se concentrait beaucoup dans le domaine de la recherche très confiné au domaine universitaire. Ensuite, ça commencé à entrer dans le monde de la *business* puis parler aux investisseurs » (No. 1)

À priori, l'ensemble des activités était concentré autour d'axe de recherche ne pouvant, à ce moment, être applicable au monde industriel. Une fois rendue possible, son entrée dans le domaine public impose de s'inscrire dans une finalité commerciale et ce sont les entreprises qui supportent cette fonction sur le marché. Cette interaction entre la recherche fondamentale et la recherche appliquée vise ainsi à contribuer à l'application immédiate des connaissances dans le domaine industriel. Reconnaisant désormais l'ouverture d'un créneau sur le marché, les entrepreneurs et les entreprises ont saisi l'occasion d'exploiter ce besoin en intelligence artificielle. Pour recourir à des exemples précis dans le marché montréalais, c'est au mois d'avril 2016 (en référence à la frise chronologique, figure 5), que l'entreprise Element AI, reconnu tel un acteur de bon augure, fait son entrée sur le marché industriel.

« Il y a aussi des entreprises locales qui viennent tout juste d'être créées, mais qui sont très prometteuses comme Element AI que l'on voit dans les médias » (No. 4)

Comme le reste des entreprises dans la structure industrielle, Element AI participe à l'augmentation de la masse critique. Cette entreprise caractérisée de *start-up* a pour objectif de transposer les travaux de recherche en applications utilisables pour les entreprises. Element AI fait ainsi le pont pour les entreprises qui désirent avoir recours à l'intelligence artificielle, mais qui ne savent pas comment l'exploiter. Ce maillage participe à la formation d'une concentration d'un certain nombre d'acteurs qui commencent à s'allier pour mettre à profit les multiples applications de l'IA.

Par ailleurs, cette coopération se veut d'avoir une portée assez large sur le plan industriel puisque les possibilités offertes ne se limitent pas qu'à un seul domaine. Au contraire, le secteur de l'intelligence artificielle comprend une variété de technologies qui s'arrime à plusieurs industries. Cela favorise la formation de nouvelles entreprises dans plusieurs industries et encourage, de la même manière, les collaborations sectorielles. Ce propos a d'ailleurs été constaté au cours de la réalisation des entretiens :

« Il faut parler de nos *start-ups* dans plusieurs domaines. Dans plusieurs domaines, les entreprises misent sur l'IA pour se démarquer. Toutefois, l'impression que l'on peut avoir c'est que les *start-ups* sont plus agiles. Ce sont des plus petites organisations. Les grandes entreprises par contre ont les ressources financières et humaines pour entreprendre des grands changements, donc je pense qu'il y a une collaboration entre les deux. Mais ça dépend des secteurs » (No. 4)

Étant un domaine résultant principalement de la recherche, les interactions qui ressortent s'observent au niveau des entreprises voulant utiliser l'IA, mais qui ne disposent pas des connaissances nécessaires pour le faire. Pour y parvenir, celles-ci font appel à des entreprises spécialisées, car « deux compagnies en intelligence artificielle ont très peu de raison de collaborer » tel que le soutien le premier répondant. L'une des seules explications pour laquelle les entreprises seraient encouragées à coopérer, c'est pour l'intégration du *deep learning*, la composante la plus importante à ce jour en IA. En fait, Montréal tire le maximum de bénéfices possibles, car les entrepreneurs et les *start-ups* se situent dans une multitude de domaines¹⁴. Celles-ci donnent de l'entrain sur le marché en favorisant le nombre d'entreprises utilisatrices en plus de permettre des retombées commerciales considérables. En somme, les entreprises et les *start-ups* soutiennent l'émergence rendant possible la maturation de la recherche. Celles-ci persistent d'autant plus à faire croître le domaine par les collaborations sectorielles :

« Il faut pouvoir avoir une maturation en recherche. Tu as une idée, elle est très théorique, très fondamentale au départ, il faut que tu la développes. Donc tu as une maturation de cette idée-là qui fait qu'à moment donné tu vas t'intéresser à quelqu'un dans la grappe ou dans l'écosystème en IA et

¹⁴ Les domaines font référence au tableau 8 dans la section IV. Comme démontré, les entreprises utilisatrices de l'IA œuvrent dans plusieurs secteurs d'activités.

qui va dire, ah ben c'est ça qui m'intéresse. Alors, faisons un partenariat ensemble, créons donc un lien de confiance entre nous voir si l'on peut travailler ensemble » (No. 7)

Quoique les scientifiques et les chercheurs disposent des connaissances pour faire progresser la recherche fondamentale en intelligence artificielle, ce sont les entreprises et les *start-ups* qui jouissent des moyens pour les distribuer sur le marché. Il devient ainsi apparent que la concertation entre la recherche et le monde industriel ait soutenu la formation de nouvelles entreprises et, par ce fait même, supporte le développement subséquent de la grappe industrielle. Il convient ainsi 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 *start-ups* autorisant le passage entre deux mondes complémentaires.

5.1.2. Bassin de connaissances

Comme le font remarquer Ter Wal et Boschma (2011) les grappes industrielles ont tendance à se former dans les régions où il y a présence de ressources exploitables. En marge de sa réputation, Montréal constitue un terrain fertile en ce qui concerne les connaissances liées à l'IA, celles-ci pouvant être exploitées par les entreprises. Les connaissances se traduisent ainsi tel un facteur ayant étayé l'émergence de la grappe industrielle en IA dans la région. Au cours des entretiens, la plupart des participants nous ont effectivement fait mention des talents qui sont bien ancrés dans la métropole. Dans cette optique, nous avons regroupé les explications faisant référence à ce talent sous le facteur « bassin de connaissances ». Nous entendons par le bassin de connaissances l'ensemble des experts dans le domaine de l'IA.

Les connaissances proviennent des établissements scolaires et des centres de recherches à Montréal. En reprenant l'une des réponses avancées quant au rôle des établissements universitaires, ceux-ci « sont les premiers sur la ligne de l'innovation » (No. 6). À cet égard, le rôle des établissements scolaires est d'une part de contribuer au développement économique à travers des programmes de formation et d'autre part de continuer à

s'affirmer sur le plan de la recherche fondamentale. Par ce type d'activités, ceux-ci participent à l'innovation qui se traduit comme une nouvelle source de valeur.

Les entretiens conduits nous ont révélé l'importance d'établissements publics de recherche localisés à Montréal ayant contribué, au fil du temps, à la formation d'un bassin de connaissances dans le domaine de l'IA. L'un des participants affirme que si l'on retrouve l'IA à Montréal, c'est qu'il y avait autrefois une imposante communauté bien avant aujourd'hui qui s'est développée durant plusieurs années.

« Les travaux des chercheurs du CIRRELT et du GERAD sont des groupes qui ont à peu près 40 ans dans le domaine et puis on a une masse critique de gens en science des données en IA. Donc il y a ça. C'est l'une des raisons pour laquelle l'IA est à Montréal » (No. 7)

Bien que la signification du terme « masse critique » reste subjective, le tableau 6 regroupant les institutions de recherche à Montréal a illustré la présence de neuf institutions locales. Il est ainsi légitime d'affirmer qu'un nombre important de scientifiques couvrant le domaine se trouve dans la région. Ce point souligne, par ailleurs, l'édification d'un bassin de connaissances. Cependant, à l'unanimité, les répondants ont fait prévaloir un acteur local bien prégnant qui aurait entraîné l'émergence de la grappe industrielle à Montréal. Il s'agit de Yoshua Bengio, le chercheur canadien spécialiste en IA ayant fait état de présentation dans la section précédente. L'un des participants affirme de manière très concise à la question se rapportant aux facteurs liés à l'émergence qu'il : « ne veut rien enlever aux autres individus, mais que selon moi Yoshua Bengio est le pilier de l'IA à Montréal » (No. 6). Dans le même ordre d'idées, un second participant avance que l'on ne « dira jamais assez merci à des gens comme Yoshua Bengio que je cite, mais qui n'est pas le seul, mais qui est l'un des plus importants dans ce domaine-là » (No. 7). Plus encore, les qualificatifs utilisés dans les réponses laissent présager que les découvertes en apprentissage profond effectuées par ce chercheur sont à l'origine de la montée des avancées actuelles en intelligence artificielle puisqu'étant désormais la particularité centrale du domaine :

« L'explosion récente c'est carrément grâce aux résultats faramineux de l'apprentissage profond et en reconnaissance visuelle, c'est là particulièrement que les premiers grands exploits ont été accomplis » (No.6)

Cette technique propre à l'IA a cependant seulement été insérée dans les domaines industriels des années plus tard ce qui pourrait potentiellement expliquer la reconnaissance actuelle.

« Ce qui est arrivé, c'est qu'en 2006, tu as les premières avancées en *deep learning*. En 2010 tu as les premières véritables utilisations commerciales et puis en 2012 tu vois dans tous les téléphones. Donc entre 2006 et 2010, tu as vraiment un changement dans la recherche fondamentale qui devient plus intéressant pour l'industrie. De 2010 à 2011, c'est l'accélération. 2012, tu commences à le voir dans les mains des gens » (No. 10)

De cette accélération découle un constat qui appelle à nuancer les faits. Bien que le *deep learning* soit désormais reconnu d'innovant, lors des années 90 cette technique ne pouvait être exploitée à son plein potentiel. En effet, les participants nous ont exposé qu'au-delà du bassin de connaissances et des talents présents dans la métropole, les réussites sont tout aussi attribuables à la puissance des appareils informatiques. À ce titre, l'extrait suivant de l'un des participants explique bien ce qui s'avère être différent d'autrefois :

« La différence en 2017 c'est aussi la puissance des ordinateurs, des procédés et des processeurs qui n'étaient pas encore suffisants pour développer l'IA à son plein potentiel. Aujourd'hui, on en est rendu-là. C'est pour ça que ça explose dans tous les sens. Il y a d'autres choses aussi, c'est qu'il y a la disponibilité des données massives » (No. 8)

En prolongeant cette idée, un autre répondant avance des faits semblables quant à l'importance de la disponibilité des données et de la puissance des ordinateurs :

« Tu avais assez de données et assez de *computing power*. Alors finalement, c'est ça qui était intéressant, tu avais un ordinateur assez puissant. C'est ça la différence » (No. 10)

En se rapportant toujours à la définition de l'intelligence artificielle, cette science se veut d'être nourri par des algorithmes nécessitant des opérations sur un nombre fini de données qui lui permet de résoudre certaines problématiques. Plus on lui fournit de

données, plus les capacités de calcul s'avèrent élevées et par conséquent plus le traitement de l'information procure des résultats précis. Les données sont ainsi devenues un outil indispensable dans cette sphère et la nouvelle puissance incommensurable que l'on accorde à l'IA est attribuable à la disponibilité de ces dernières. En rétrospective, les découvertes de l'apprentissage profond rendu possible grâce à la disponibilité des données ont fait basculer tout le domaine de l'intelligence artificielle. Il s'adonne ainsi que l'on retrouve à Montréal le pionnier à l'origine de ces avancées spectaculaires. À l'évidence, par sa présence, Yoshua Bengio alimente le bassin de connaissances de la métropole québécoise. Néanmoins, nous ne pouvons négliger les aléas technologiques pour expliquer l'émergence de la grappe industrielle en intelligence artificielle à Montréal.

5.1.2.1. Venue d'entreprises étrangères

Selon Santner et Fornahl (2014), les grappes industrielles ont la capacité d'attirer l'attention d'acteurs exogènes en raison des avantages qui en découlent. Plus encore, les grappes industrielles ont intérêt à s'ouvrir aux marchés externes favorisant l'augmentation de sa masse critique ainsi que l'accès aux connaissances (Menzel et Fornahl, 2009; Santner et Fornahl, 2014). À cet effet, nos résultats reconnaissent la participation de facteurs globaux dont la présence d'entreprises étrangères s'insérant dans l'environnement local de la grappe industrielle.

À partir des entretiens, nous avons convenu que la venue d'entreprises étrangères s'ajoutait au facteur « bassin de connaissances » pour deux raisons. La première se rapporte à leurs activités qui s'orientent vers le domaine de la recherche et la deuxième raison concerne les avantages qui découlent de leur présence. Les entreprises étrangères permettent l'augmentation d'acteurs dans le domaine, favorisant ipso facto le développement la grappe industrielle.

Pour appuyer notre analyse, nous présentons la frise chronologique (Figure 5) qui permet de distinguer la venue de laboratoires étrangers au cours des dernières années dans la métropole québécoise. Comme en fait mention l'un des participants, il s'avère difficile de

juger les éléments déclencheurs, mais l'un d'entre eux semble être l'acquisition de Maluuba par Microsoft, la multinationale informatique.

« C'est sûr qu'il y a plusieurs moments, mais c'est sûr que l'acquisition par Microsoft de Maluuba ça donné un gros coup d'envoi. Après ça, ou même avant ça, l'investissement de Samsung dans le laboratoire de l'Université de Montréal. Puis après ça, tu commences à voir le gouvernement réagir » (No.10).

En effet, l'acquisition de Maluuba, une *start-up* spécialisée en compréhension du langage par les machines, fait prendre conscience aux acteurs du caractère qu'impose Montréal en IA. Plus qu'un événement témoigne de cette montée en popularité si l'on observe la figure 5. Dans la pratique, en octobre 2016, *DeepMind*, une entreprise spécialisée en intelligence artificielle dont la société mère est Google annonce l'implantation de son laboratoire de recherche à Montréal. Ce laboratoire a 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 dirigeant est Hugo Larochelle. Cet ancien étudiant de Yoshua Bengio est d'ailleurs reconnu pour ses connaissances en apprentissage profond. En 2017, quatre autres entreprises d'envergure internationale décident de s'implanter à Montréal. Comme la figure 5 l'indique, il s'agit plus précisément d'IBM, de Samsung, de Facebook et de Thales (*CortAIx*). La citation ci-dessous souligne qu'il y a justement un effet d'entraînement pour suivre la tendance sur le marché:

« 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 d'écosystème qui vient se créer et tout le monde se dit hey 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 » (No. 8)

Par ailleurs, il convient de souligner que les activités de chacune des entreprises qui ont pris pied à Montréal au cours des deux dernières années se concentrent spécifiquement sur la recherche fondamentale. Par principe de base, leur responsabilité s'en tient à

accroître les connaissances dans le domaine de l'IA d'où la première raison de leur occurrence dans le facteur bassin de connaissances.

Afin de comprendre les motivations des entreprises cherchant à venir s'installer dans la métropole, nous avons, au cours des entretiens, approfondi le sujet en demandant les facteurs pouvant influencer leur décision. À la vue des données, les raisons évoquées s'expriment assez fidèlement avec l'existence des connaissances et des talents qui se trouvent à Montréal comme cité par ce répondant :

« 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 » (No. 4)

Dans ce même ordre d'idée, un second répondant nous expliquait que la prégnance de l'IA à Montréal favorise la création d'une notoriété et permet de positionner la région parmi les autres. Cela joue ainsi un rôle positif dans la décision des entreprises étrangères à venir s'installer dans la métropole.

« C'est clair qu'ils n'ont pas choisi Ottawa, ils n'ont pas choisi une autre place, ils ont choisi Montréal pis c'est parce qu'il y a un certain élan à Montréal. Il y a une masse critique de gens et que l'un nourrit l'autre » (No. 3)

Au-delà des connaissances, des explications relatives aux facteurs de localisation qui expliqueraient la venue des entreprises étrangères. Sommairement, il serait question des coûts d'exploitations qui se trouvent plus avantageux qu'ailleurs:

« Le facteur le plus important c'est le talent. Sinon c'est les coûts. 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. Ensuite au niveau de la qualité de vie » (No. 8)

Ces déterminants liés au coût d'exploitation guideraient le choix des entreprises dans la mesure où Montréal offre des avantages fiscaux pour celles qui s'y installent. Cependant, et dans la même lignée que tous les autres, le facteur « talent » s'est vu d'être répété avant toutes raisons, confirmant son importance. Nous préférons ainsi retenir simplement les motivations liées aux connaissances pour expliquer la venue des entreprises étrangères à Montréal. Pour poursuivre avec notre question de recherche quant aux facteurs de développement, les explications des répondants laissent anticiper que la venue d'entreprises étrangères supporte la densification du bassin de connaissances catalysant cette phase. Une fois en place, ces dernières permettent de soutenir les collaborations sectorielles. En effet, comme nous l'expliquait l'un des répondants, le secteur de l'IA est principalement constitué de *start-ups*. 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 » (No.8). Se trouvant à proximité, les découvertes provenant de la recherche fondamentale seraient plus rapidement intégrées auprès des compagnies et donc plus rapidement commercialisées sur le marché. Cette itération qui s'écoule avec empressement soutient le développement de la grappe industrielle.

« 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 obligé 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 » (No. 8)

En ce qui a trait aux emplois, nous constatons également que la présence d'entreprises étrangères permettrait de stimuler l'activité économique. En ce sens, l'enjeu qui concerne l'exode des cerveaux diminuerait. Cet enjeu, qui se définit par le départ de la main-d'œuvre qualifiée, limite le développement de la grappe industrielle. Cela dit, la présence d'entreprises étrangères aide à stimuler le domaine de la recherche.

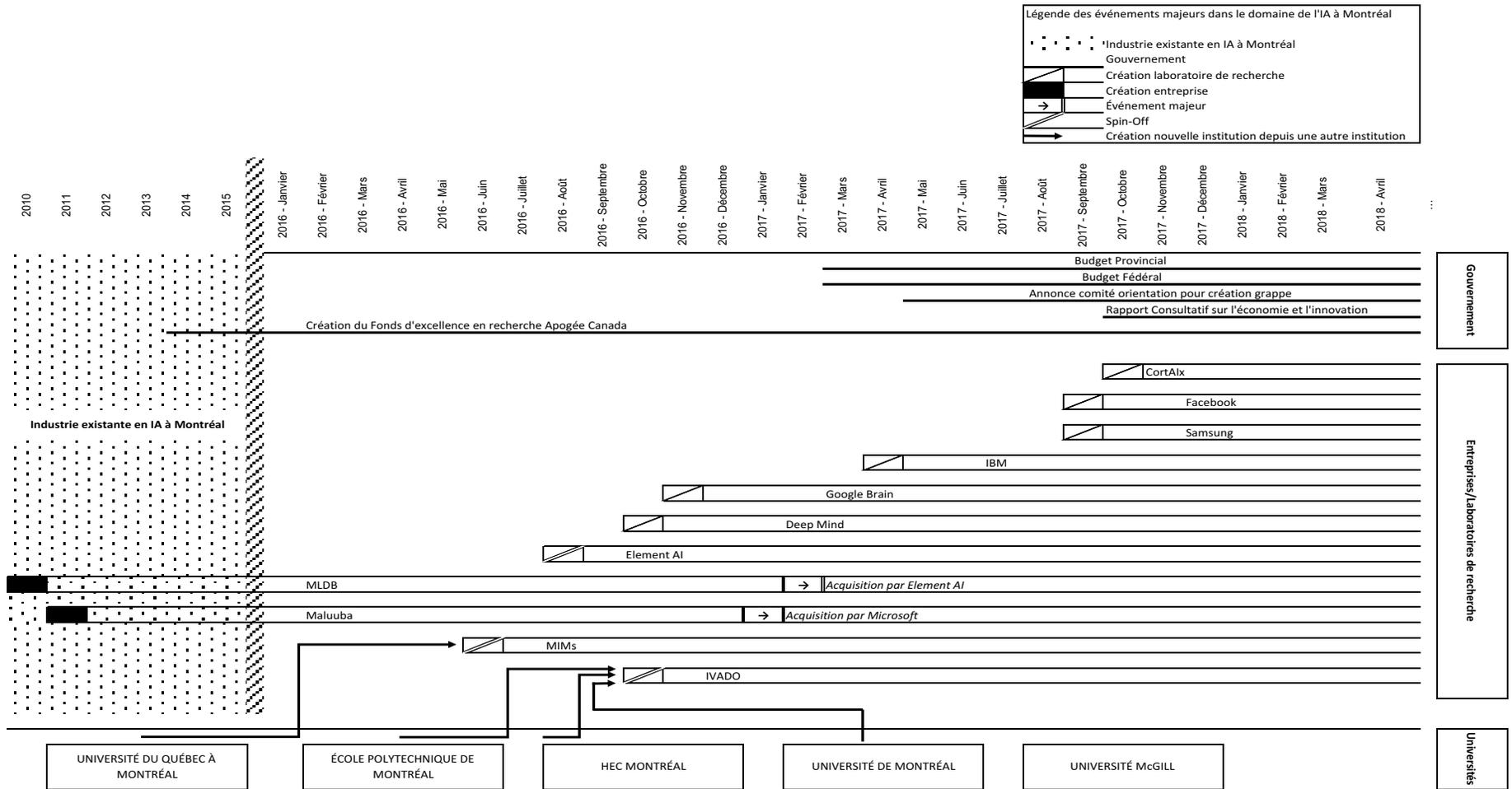
« Il faut qu'il y ait des emplois au sein de la recherche fondamentale. Il y a une demande réelle pour ça. Il y a des compagnies qui veulent subventionner la recherche dans ça » (No. 3)

En effet, les entreprises étrangères se montrent intéressées à appuyer le domaine de la recherche. Comme nous l'avons énoncé lors du chapitre IV, Facebook a investi 7 millions de dollars américains (US\$), Google 4,5 millions US\$ sur trois ans et Thales 20 millions de dollars canadiens au cours des 5 prochaines années. Ces investissements consentis intensifieront la recherche en IA. Pour revenir au problème de l'exode des cerveaux, ce financement accentue les offres d'emploi laissant la chance aux diplômés de se tailler une place sur le marché montréalais.

« Maintenant qu'il y a des compagnies qui sont installées à Montréal et qui font de la recherche en intelligence artificielle, c'est sûr que c'est pratique pour pouvoir aller faire des stages dans ces compagnies-là sans avoir à quitter le pays » (No. 3)

Finalement, ces activités qu'autorisent les entreprises étrangères minimisent le risque d'exode des cerveaux et sont ainsi jugées pertinentes au développement de la grappe industrielle. Comme le confirment les entretiens, leur décision est motivée d'une part en raison des faibles coûts d'exploitations et d'autre part, plus fortement par le bassin de connaissances qui se trouve à Montréal. Celui-ci se veut d'exister depuis plusieurs années compte tenu la présence des institutions de recherche. Néanmoins, nous avons conclu que sa reconnaissance actuelle est attribuable aux aléas technologiques du 21^e siècle. Cela s'entend de la disponibilité des données et la puissance des ordinateurs qui ont rendu possibles les progrès de l'apprentissage profond étant aujourd'hui la technique au cœur de l'IA.

Figure 5 - Frise chronologique des faits marquants en intelligence artificielle à Montréal



5.1.3. Gouvernement

Bien que Ketels et Memedovic (2008) conviennent que le gouvernement ne peut reproduire les dynamiques propres aux grappes industrielles pour favoriser son émergence, Fornahl, Hassink et Menzel (2015) affirment, à l'inverse, que les changements institutionnels peuvent avoir une influence sur la naissance des grappes industrielles. À cet effet, les résultats de notre analyse démontrent l'implication des gouvernements provinciaux et fédéraux dans l'émergence de la grappe industrielle en IA à Montréal. Cela s'aligne avec la position de Fornahl, Hassink et Menzel (2015). De concert avec la littérature, son rôle s'en tient principalement à mettre en place un environnement propice pour la création et le développement futur d'une grappe industrielle.

La mise en place des conditions nécessaires à un environnement propice passe par le soutien financier en recherche fondamentale. À cet effet, il est plausible que les résultats provenant de ce type de recherche ne soient jamais insérés dans les sphères industrielles. Par voie de conséquence, les investissements consentis par le gouvernement peuvent parfois être infructueux sur le moment et les retombées sont susceptibles d'être reconnues bien plus tard. Ce fut le cas pour l'apprentissage profond dont le potentiel d'utilisation dans les domaines industriels s'est manifesté après de nombreuses années. Concrètement, les fonds injectés à l'ICRA ont permis à certains chercheurs de relancer les recherches dans le domaine de l'IA. Le programme *Apprentissage automatique, apprentissage biologique* fondé en 2004 par cet institut de recherche est la raison de la découverte de l'apprentissage profond comme démontré dans la partie talent scientifique (Chapitre IV). Les investissements apportés par le gouvernement du Canada pour encourager la recherche fondamentale ont ainsi porté fruit récemment comme le soutient l'un des répondants dans l'extrait ci-dessous :

« Il y a un moment donné où le gouvernement a donné de l'argent à Yoshua et Geoffroy Hinton à Toronto et que ça ne servait à rien à ce moment-là et il s'est adonné en 2008 que boum. Ça servit à tout! » (No. 3)

Cet exemple se poursuit et illustre bien le type de bénéfice que les chercheurs en apprentissage profond ont retiré avec le soutien financier du gouvernement du Canada.

« Le gouvernement canadien, par l'organisme ICRA a décidé de financer la recherche en réseaux neuronaux alors que c'était pu tant *cool* et c'est en partie à cause de l'ICRA que Toronto a pu faire les percées qui ont menées en 2008 vers ce que l'on connaît. Donc c'est ça, c'est en partie le gouvernement qui a financé ça » (No. 3)

Bien au-delà du financement dans les programmes de recherche, le gouvernement semble avoir été prévoyant à d'autres égards pour favoriser l'émergence de la grappe industrielle. Celui-ci a réalisé des investissements afin de favoriser l'éclosion et le succès d'entreprises indiquant un fort potentiel économique.

« Dans l'investissement, ils ont été très proactifs ça fait 10 ans. Ça fait 10 ans que Investissement Québec investit dans la grappe de façon indirecte. Par la recherche fondamentale, mais aussi par l'investissement dans l'écosystème des *start-ups* » (No. 10)

L'identification de ces raisons permet de nous questionner à savoir que si ce que l'on connaît aujourd'hui est simplement tributaire aux investissements déployés par le gouvernement. Sans écarter l'importance de ce financement au cours des dernières années, il a été souligné, dans les entretiens, que malgré le manque de fonds, certaines institutions locales de recherche ont persisté dans les domaines reliés à l'IA.

« Il y a le GERAD et le CIRRELT qui n'ont jamais eu d'argent de l'ICRA mais ça ne les a jamais empêchés de développer des algorithmes, pis de la technologie, et même de créer des entreprises, des *spin-offs* et tout ça » (No. 5)

Ceci nous amène à constater que les institutions locales existantes depuis plusieurs années à Montréal, ont contribué et persistent toujours à soutenir l'industrie de l'IA. Toutefois, c'est à l'ICRA notamment par les travaux de Yoshua Bengio que l'apprentissage profond a été découvert et c'est grâce à cette technologie que nous accordons l'engouement actuel à Montréal. De manière implicite, l'octroi de financement

en recherche fondamentale par le gouvernement du Canada a servi d'appui dans ces découvertes.

Face aux résultats de ce domaine en croissance et suivant la venue des entreprises étrangères à Montréal, les gouvernements provinciaux et fédéraux ont commencé à s'impliquer de manière volontaire dans la mise en place de conditions favorables. Comme la frise chronologique l'expose (Figure 5), c'est au mois de mai 2017 que le gouvernement du Québec décide de former un comité d'orientation pour la création de la grappe industrielle dont l'étendue couvrira l'ensemble du territoire du Québec. Cette initiative laisse sous-entendre que la grappe industrielle sera provinciale plutôt que régionale bien que les activités se concentrent davantage dans la région de Montréal. Dans le cadre de notre analyse et comme avancé dans les entretiens, cette annonce particulière permettra l'atteinte d'un objectif commun pour les acteurs industriels. Désormais, le qualificatif grappe industrielle se veut d'être employé pour désigner l'industrie de l'IA.

« Une grappe industrielle c'est au moment où on veut formaliser la chose. Il y a 6 ou 7 ans, il y avait déjà des chercheurs, mais c'est juste que personne n'en parlait [...] À un certain moment, cette industrie-là devient tellement importante qu'il faut mettre un nom dessus. Et c'est là qu'on a commencé à mettre le nom de grappe et que l'État d'une certaine manière a créé des structures pour pouvoir accompagner les entreprises et les acteurs qui se trouvent si l'on peut dire à l'intérieur de ce secteur-là » (No. 8)

Ceci expose l'impact des interventions gouvernementales qui ont de manière volontaire joué un rôle décisif dans la formalisation entendue comme l'émergence de la grappe industrielle. Cette décision s'appuie sur les activités industrielles bien implantées dans la région de Montréal qui suscite un intérêt marqué au niveau local, mais également au niveau global. L'augmentation du nombre d'acteurs à travers le temps alimente le bassin de connaissances et fortifie le terrain pour parvenir à la création d'une grappe industrielle. Néanmoins, il en revient aux décideurs politiques d'avoir imposé des structures formelles facilitant l'atteinte d'un objectif auprès des acteurs et rendant sa portée plus considérable à l'égard des acteurs externes.

5.2. Facteurs de développement de la grappe industrielle en IA à Montréal

Bien que la position de l'industrie en IA à Montréal semble favorable à son développement, il est possible que celle-ci doive faire face à des défis en ce qui concerne sa croissance future. À cet effet, nos entretiens nous ont permis de faire le point sur les facteurs nécessaires à la poursuite de la trajectoire de la grappe industrielle en IA. Nous entendons par facteur de développement, les éléments qui appuient la croissance et dont leur absence mettrait en péril l'évolution de la grappe industrielle. Il s'agit plus particulièrement du financement et des politiques fiscales, de la diversité sectorielle, de la densification du système de soutien ainsi que du renouvellement et l'attraction de talents. Par ce fait même, ceux-ci consolideraient la progression de la grappe industrielle en IA à Montréal.

5.2.1. Financement et politiques fiscales

Les décisions politiques suivant la reconnaissance d'une industrie prospère sont particulièrement importantes afin d'orienter les activités favorisant le développement des grappes industrielles (Hanna Martin et Coenen, 2015). Le premier défi s'en tient ainsi à continuer d'investir dans la recherche fondamentale ainsi qu'appuyer toutes les parties prenantes de la structure industrielle. Si cette tendance persiste, les recherches en IA mèneront inévitablement à la création de nouvelles connaissances à Montréal, celles-ci étant bénéfiques et exploitables pour l'ensemble des acteurs de la grappe industrielle. À cet effet, la majorité des participants confirment que les gouvernements doivent continuer d'encourager l'intelligence artificielle.

Dans cette intention, l'analyse du plan économique du gouvernement du Québec présenté en mars 2017 (Figure 5) indique d'importantes mesures fiscales en appui au domaine. Cela s'entend des crédits d'impôt à la recherche et développement, des crédits d'impôt pour le développement des affaires économiques et des congés fiscaux pour les chercheurs et les experts étrangers. Ces mesures fiscales indiquent que les composantes de la grappe industrielle peuvent compter sur des politiques pour se développer et par la

même occasion contribuer à l'évolution de celle-ci. Ces initiatives ont d'ailleurs été pointées par l'un des organismes de soutien :

« Les facteurs nécessaires, hum.. vous savez on dit souvent que l'argent c'est le nerf de guerre. Donc je répéterai cette belle phrase. Autant au niveau des politiques publiques, mais on voit que les gouvernements sont très à l'avant dans la promotion de cette grappe industrielle. Soit par l'argent qu'ils mettent sur la table ou soit par les politiques fiscales comme les crédits d'impôts accordés aux entreprises » (No. 8)

Les mesures fiscales dont nous avons fait mention sont disponibles sur un horizon de long terme. On remarque cependant que les gouvernements provinciaux et fédéraux se sont engagés de manière volontaire dans des actions à court terme afin de promouvoir le développement de la grappe industrielle. En effet, d'importantes annonces médiatiques se sont enfilées au cours des deux dernières années afin de stimuler la reconnaissance face à ce domaine en plus d'avoir comme intention d'intensifier les investissements. Plusieurs de ces actions ont d'ailleurs été exhibées lors de la présentation du cas au chapitre IV. À cette fin, nous considérons que les initiatives amorcées par les deux paliers gouvernementaux se qualifient telles des politiques descendantes favorisant la création d'un environnement propice au développement soit à court et long terme de la grappe industrielle en IA à Montréal.

5.2.2. Diversité sectorielle liée à l'intelligence artificielle

Comme évoqué lors de la revue de littérature, il est important pour la transition de l'émergence au développement de retrouver un nombre de parties prenantes de nature distinctes (Menzel et Fornahl, 2009). Une telle architecture se montre souhaitable en IA afin d'éviter le problème d'étroite spécialisation nuisant au développement de la grappe industrielle. Bien que celle-ci soit considérée comme ayant un effet positif, la spécialisation excessive risque de ralentir la genèse de nouvelles connaissances. Tel que le fait mention l'un des répondants, il serait important de miser sur le développement d'applications dans plusieurs secteurs industriels.

« Le défi, c'est de savoir si l'on va se surspécialiser dans des affaires. Le *deep learning* c'est une révolution oui, mais peut-être que l'on va trop

focuser sur les bonnes affaires. Pour le moment, on n'a pas de diversité pour les applications. Il faut que ça se propage vers l'extérieur. Ça n'a pas pollinisé les autres domaines » (No. 3)

De plus, il faut que « les innovations ne restent pas seulement dans le cercle de l'IA mais qu'elles se propagent dans d'autres secteurs » (No. 4). Effectivement, les grappes industrielles qui se développent de manière trop homogène diminuent la probabilité de retrouver des synergies au sein des acteurs ce qui nuit au développement (Menzel et Fornahl, 2009). Comme le fait mention l'une des entreprises :

« Deux compagnies en IA qui sont dans le même domaine on très peu de raison de collaborer. Deux compagnies en IA, je ne sais pas trop où ça va mener ensemble » (No. 1).

Par conséquent, l'industrie en IA peut faire face à des défis en ce qui concerne la croissance future si elle reste confinée à un nombre restreint de secteurs économiques, d'où l'importance de retrouver un ensemble hétérogène de participants. Néanmoins, selon un répondant :

« L'intelligence artificielle est applicable dans à peu près tous les domaines économiques que vous parlez. Donc c'est sûr que c'est une industrie que plus d'entreprises y sont présentes, mieux c'est. Les solutions dans un domaine peuvent être applicables dans d'autres domaines. C'est une manière de vous dire que cette diversité-là nourrit la bête » (No. 8)

Justement, nos résultats indiquent qu'en raison des effets positifs qu'apporte l'utilisation de l'IA au sein des entreprises, celle-ci s'insère dans des secteurs économiques ayant rarement fait appel aux scientifiques. Cela suscite de véritables réactions comme le déplore un centre de recherche :

« Ce que j'ai vu en fait durant les dernières années c'est que ça ouvert des portes ou en fait ouvert les yeux aux entreprises qui ne s'étaient jamais vraiment posé ces questions-là. Comme les banques. Donc ils ont réalisé tout ce qu'ils pouvaient faire avec leurs données et ça, c'est quelque chose de positif. Ils s'ouvrent maintenant des départements pour valoriser les données ce qu'on n'avait jamais vu auparavant. Les compagnies

d'assurances c'est la même chose. Tout ça donne quelque chose de positif »
(No. 9)

Il apparaît ainsi que plus l'IA s'insère dans une variété de secteurs d'activités économiques, plus cela donne l'occasion de soutenir son développement notamment par l'augmentation du nombre d'entreprises utilisatrices. L'un des répondants a cependant souligné sa préoccupation, car il se veut que le cheminement à entreprendre pour y arriver soit long en raison des étapes par lesquelles doivent passer les entreprises afin d'insérer l'intelligence artificielle. Ce faisant, malgré la précipitation à introduire ces méthodes dans tous les secteurs, il convient de souligner que les entreprises se doivent d'être prêtes.

« Ce ne sont pas toutes les entreprises non plus qui sont prêtes à faire de l'IA. Pour en faire, il faut que les données soient organisées. Il y a beaucoup d'étapes à faire avant que les entreprises soient capables d'utiliser tout ça. Il faut d'abord valoriser les données » (No. 9)

Cette éducation auprès des entreprises est appuyée par les initiatives des organismes de soutien qui s'assure de faire prendre conscience de l'utilité des données. Ceux-ci s'engagent d'autant plus à favoriser les liens de collaboration entre les parties de la structure industrielle. Cette perspective sera d'ailleurs plus amplement discutée dans la partie qui suit. Dans un autre ordre d'idée, ce ne sont pas toutes les parties prenantes qui ont besoin de mettre en place des partenariats pour bénéficier de l'IA. Comme expliqué au cours des entretiens, l'intelligence artificielle est très confinée au domaine universitaire. Par conséquent, si l'on souhaite bonifier la structure industrielle avec des entreprises de natures différentes, il faut être en mesure d'amener les entrepreneurs à entamer le processus.

« Il faut aider à créer des *spin-offs* universitaires. Les *spin-offs* c'est important, car le *deeptech* ça provient des universités. L'IA est profondément ancrée dans les universités et donc pour continuer à se développer, on doit continuer d'aller dans les universités. On doit aider à créer des *spin-offs* universitaires » (No. 1)

Dans ces conditions, pour poursuivre sa croissance, il faut de prime abord que l'IA puisse s'insérer dans plusieurs sphères industrielles afin d'éviter le risque d'étroite spécialisation qui ralentit la création de nouvelles idées (Ron Martin et Sunley, 2011). Cette problématique nous permet de mettre en évidence qu'il est crucial de retrouver un nombre de parties prenantes de nature distinctes. L'atteinte d'une diversité à travers les utilisateurs encourage ainsi la diffusion de l'IA et supporte le développement de la grappe industrielle. Il semblerait ensuite important de favoriser l'éclosion de nouvelles entreprises et porter soutien à celles qui sont présentement en train de se déployer.

5.2.3. Densification du système de soutien

Hanna Martin et Coenen (2015) distinguent dans leur étude que les actions politiques ont tendance à influencer le comportement des acteurs des grappes industrielles. En effet, selon la nature des programmes politiques, ils peuvent conduire à l'augmentation des liens de coopération à travers les acteurs ce qui supporte le développement subséquent des grappes industrielles (Hanna Martin et Coenen, 2015). Nos résultats relèvent toutefois que plutôt d'être simplement attribuable au gouvernement, les organisations de soutien peuvent également influencer le comportement des acteurs. À vrai dire, plusieurs événements d'ampleurs survenus depuis 2016 ont intensifié l'agrandissement de la grappe industrielle en IA à Montréal. Par analogie avec le développement de celle-ci, ces faits reposent d'une part sur les actions des organisations de soutien déjà installées à Montréal et d'autre part sur la formation de nouveaux acteurs permettant d'étayer les liens de collaborations au sein de la structure industrielle. Nous entendons ainsi reprendre le rôle des organismes de soutien afin d'articuler la manière dont ils facilitent l'échange d'informations et, par ce fait même, encouragent le développement de la grappe industrielle.

Du moment que Montréal a commencé à faire bonne figure dans le domaine de l'IA, cela a donné le coup d'envoi aux organismes de soutien. Grâce à nos entretiens, nous avons été en mesure de confirmer leur position dans la grappe industrielle. Ceux-ci travaillent à promouvoir l'intelligence artificielle auprès du gouvernement et plus spécifiquement parmi les acteurs de la métropole. En plus de miser sur ces aspects, ils cherchent à

supporter l'écllosion de l'IA à travers les secteurs périphériques enclins à pouvoir entreprendre le virage. Pour ce faire, ils relient les activités des différentes parties prenantes de la structure industrielle :

« Dans le fond, nous le lien qu'on va faire, c'est quand on essaie de faire de l'éducation ou de la mise en valeur [...] c'est sûr que là les entreprises deviennent des partenaires stratégiques autant pour remplir notre objectif qui est de valoriser le secteur, mais aussi pour éduquer l'ensemble de la communauté d'affaires par rapport à l'importance de supporter l'essor de l'IA » (No. 4)

Idéalement, l'objectif d'éduquer le marché est de pouvoir apprendre aux entreprises la manière dont l'IA peut être insérée dans leur processus et donc inspire le développement de la grappe industrielle. Cette possibilité permet d'alimenter la masse critique en termes d'entreprises utilisatrices et promeut d'autant plus le passage de la recherche au domaine industriel. Toutefois, la croissance de la grappe industrielle a fortement été animée par la création d'organismes de soutien propre à celle-ci. Il s'agit plus particulièrement de IVADO, une initiative qualifiée d'ascendante fondée par l'Université de Montréal, HEC Montréal et Polytechnique Montréal. Concrètement, cette organisation provient des acteurs composant la grappe industrielle. Elle se veut d'être un partenaire académique en ayant comme première vocation de regrouper les professionnels et les chercheurs académiques tel que le mentionne son site internet. Au-delà de ce rôle, le consortium outrepassse le domaine de l'IA en constituant un centre de compétences avancées dans plusieurs domaines dont, les domaines statistiques, l'intelligence d'affaires, l'apprentissage profond, les mathématiques appliquées ainsi que la fouille de données et la cybersécurité. Pour parvenir à remplir ces intentions, IVADO compte sur l'aide de ces partenaires financiers dont le FERAC, le Ministère de l'Économie, Science et Innovation ainsi que le Fonds de recherche du Québec. Plus encore, la médiatisation effrénée au cours de l'année 2017 semble avoir représenté un atout pour l'essor de l'industrie. Cela se perçoit par les nombreuses annonces axées sur la formation de nouveaux projets collaborateurs qui viennent porter l'élargissement de la grappe industrielle. À titre d'exemple, IVADO s'engage à travailler avec Keolis, Mouvement Desjardins, Banque Nationale, GIRO, Stradigi et Lexum pour ne nommer que ceux-ci.

D'autres initiatives participent également à la densification du système de soutien à la grappe industrielle. En référence à la frise chronologique (Figure 5), la mise en œuvre d'un comité d'orientation survient après l'annonce de l'arrivée de plusieurs joueurs de renom. Contrairement à IVADO, le comité d'orientation provient d'une initiative gouvernementale dite descendante. Celui-ci se veut d'être responsable d'élaborer un plan stratégique menant à la création de la grappe québécoise en IA. Ceci étant dit, la grappe industrielle s'étendrait à l'extérieur de la région de Montréal couvrant la superficie du Québec en entier. De manière plus analytique, nous sommes conscients que la concentration première de cette grappe se trouve à Montréal. Cette confusion nous amène à nous poser plusieurs questions à savoir si la consolidation d'une grappe industrielle ne provient tout simplement pas d'un programme politique. En considérant la situation d'un autre point de vue, le comité d'orientation se doit d'élaborer une stratégie quant à une vision partagée à l'ensemble du Québec. Favoriser l'adoption d'une vision commune permettra d'aligner les stratégies de toutes les parties prenantes et aider au développement de la grappe industrielle tel que le soutient cet extrait :

« La grappe ne disparaîtra pas. L'écosystème ne va pas disparaître, ni l'IA, ni les sciences des données. C'est là pour rester. Mais après, ce que je voulais dire, c'est qu'il faut être efficace dans nos manières d'interagir. Je pense qu'il faut qu'il y ait une certaine veille sur ce qui se fait. C'est ce qui va faire en sorte d'accélérer le développement de façon plus rapide » (No. 7)

Par cet exercice de se préoccuper et de mettre en place un comité d'orientation, il semble que le gouvernement ait reconnu au bon moment les signes d'émergence et de prospérité de la grappe industrielle, ce qui est important pour son développement (Ketels et Memedovic, 2008). De manière volontaire, le gouvernement québécois a densifié le soutien apporté à cette dernière en veillant à consolider les éléments propices pour soutenir sa progression. Pour compléter quant à la densification de ce système, des initiatives plus singulières sont perçues à travers la métropole. Cela s'entend de l'annonce de la création d'un centre d'excellence en intelligence artificielle à Montréal ainsi que la formation d'incubateurs pour soutenir l'entrepreneuriat dans ce secteur. Le futur centre d'excellence rassemblera le MILA, IVADO, une division de la Banque Royale, Element

AI et bien d'autres. Par conséquent, cet aménagement qui encourage la présence de multiples composantes de la structure industrielle favorise la naissance de collaborations qui émanent entre les secteurs. Ce projet rejoint les objectifs que se donnent les organismes de soutien notamment au niveau d'inspirer les occasions d'affaires entre les parties prenantes du secteur. Quant aux incubateurs que nous avons préalablement inclus dans les organisations de soutien, il est ici question de Telefónica Open Future ayant signé un accord de partenariat avec HEC Montréal. L'intérêt de cette association se veut de repérer les *start-ups* prometteuses dans le domaine de l'intelligence artificielle.

Somme tout, force est de reconnaître que la bonification du système de soutien s'accorde avec le développement de la grappe industrielle. Ces initiatives permettent de contribuer à l'augmentation de partenariats et de collaborations industriels. Il s'agit donc de souligner que la présence de celles-ci est vitale pour catalyser l'évolution générale de la grappe industrielle.

5.2.4. Renouvellement et attraction de talents

À différentes reprises au cours des entretiens, les répondants ont mis en évidence que pour poursuivre son développement, la grappe industrielle se veut d'être tributaire des connaissances ci-après nommé talents. L'étude de Trippl *et al.* (2015) souligne d'ailleurs que les connaissances ont un impact sur la manière dont les grappes industrielles se développent. Cela s'entend de la disponibilité des connaissances et la manière dont elles sont liées aux activités d'apprentissage pour permettre aux grappes industrielles de progresser (Trippl *et al.*, 2015). Le renouvellement d'une main-d'œuvre qualifiée et l'attraction des talents sont ainsi des facteurs indispensables à retrouver afin de contribuer au développement de la grappe industrielle en IA à Montréal.

Les établissements scolaires et les institutions de recherche supportent une grande partie de ce rôle. En effet, c'est le témoignage que l'on retire de la majorité de nos entretiens. L'un des répondants insiste sur le fait que la responsabilité des universités est l'innovation, mais aussi la formation :

« Les universités, c'est vraiment la formation du personnel. Les entreprises du milieu ont besoin de personnes qualifiées. Ça prend des gens avec plusieurs années d'études universitaires, notamment au niveau d'opérationnaliser l'IA. Ce qui est le *fun*, c'est que l'on a quand même plusieurs types de formation. On a des gens en informatique, des gens en statistique. Donc, oui l'université son rôle c'est surtout la formation » (No. 9)

Un second répondant appuie également que le rôle des universités est important au niveau de la formation.

« La formation est essentielle là-dedans parce qu'il faut nourrir l'écosystème. Parce que ce sont nos étudiants d'aujourd'hui qui vont être là demain matin et qui vont créer les *start-ups* et qui vont avoir un rôle important à jouer en IA » (No. 7)

Avec justesse, les établissements scolaires participent au transfert de connaissances. À court terme, les universités servent d'exemple pour attirer les talents étrangers en raison de la réputation qui s'est créée autour de Montréal dans le domaine.

« On voit des gens d'ailleurs venir cogner à notre porte. Ils sont venus à Montréal pour ça. Il y a des étudiants français qui viennent pour le MILA par exemple » (No. 9)

L'attraction à court terme de talents est nécessaire pour pallier au manque temporaire de main-d'œuvre et ainsi assurer de combler les besoins de grappe industrielle. Cet enjeu criant ne semble cependant pas être nouveau au sein de la sphère industrielle.

« En ce moment, tu as un gros problème. Tu as un manque de 13 000 développeurs au Québec. Alors il y a déjà un gros problème. Il y a déjà un manque de développeurs, on n'en a pas assez. Que ce soit en IA ou autres. Alors oui tu peux créer 150 nouveaux PhD, mais il faut que tu attires des gens pour le faire » (No. 10)

De manière similaire, un second répondant endosse les mêmes propos en évoquant qu'il est essentiel d'attirer et de former la relève de ce domaine à Montréal.

« Il faut assurer la relève de ce qui englobe l'IA. Tout ça c'est important la relève. Il faut attirer des talents internationaux. C'est la clé. On ne peut pas

juste attendre d'avoir des gens qui sortent de l'école et qui deviennent seniors après quelques années. C'est un secteur qui est émergent, mais qui est quand même en croissance rapide. On a besoin de personnel pour combler la demande » (No. 4)

Cependant, il convient de souligner qu'il est important de préserver ce talent étranger au sein de la région métropolitaine afin qu'il puisse participer au développement du domaine. L'extrait suivant témoigne de cette proposition : « Une autre chose à faire c'est aussi avoir des outils d'attraction de talents puis du soutien à l'immigration favorable à la rétention aussi des gens » (No. 10). Sans vouloir fermement penser à qui ce rôle est attribuable, il est légitime d'avancer que nous avons démontré antérieurement que la venue d'entreprises étrangères peut s'avérer profitable pour remédier au problème de l'exode des cerveaux. La participation des employeurs est ainsi nécessaire étant donné que ce sont eux qui utilisent les technologies. Sans leur coopération, les découvertes en IA ne seraient pas commercialisées, ni économiquement profitables. À leur tour, les gouvernements peuvent participer au renouvellement et à l'attraction de talents afin de supporter le développement de la grappe industrielle. En effet, de nouvelles collaborations entre Montréal et l'Ontario suggèrent par exemple de consolider les avantages des deux provinces pour encourager le recrutement de talents. Selon le protocole d'entente, il est attendu de valoriser l'arrimage du MILA et de IVADO dans l'optique de soutenir la formation et l'attraction d'experts de renommée internationale (Gouvernement du Québec, 2017). La déclaration de tels objectifs assure de mettre en place les éléments qui se doivent d'appuyer la croissance de la grappe industrielle.

Enfin, s'il existe de nombreux catalyseurs au développement de la grappe industrielle l'un des défis s'en tient assurément aux talents. Pour reprendre l'un des extraits avancés au cours des entretiens

« En intelligence artificielle, le nerf de guerre c'est le talent. Donc ça devient difficile de ne pas épuiser le talent humain. C'est ça en fait le problème. Il faut continuer à former des talents » (No. 5).

À ce propos, les niveaux d'efforts de tous les partenaires de la grappe industrielle se doivent d'atteindre un équilibre afin de s'adapter aux conditions du marché. Il faut insister pour trouver des moyens efficaces afin d'attirer et préserver nos connaissances acquises par chaque individu dans ce domaine sans quoi la progression ne sera pas possible. Les paragraphes ci-haut ont néanmoins mis en lumière la reconnaissance des parties prenantes face à cette potentielle menace d'épuiser les talents.

5.3. Discussion

Au cours de notre analyse, plusieurs éléments se sont emboîtés pour expliquer l'émergence et le développement de la grappe industrielle en IA à Montréal. Nous regroupons ces facteurs dans notre nouveau modèle obtenu par l'interprétation de nos résultats (Figure 6). Celui-ci représente la même logique que le cadre initialement proposé (Figure 1) en prenant soin de catégoriser les facteurs locaux et globaux. Cet exercice nous permet d'affirmer que l'émergence et le développement de la grappe industrielle en intelligence artificielle à Montréal sont tributaires de facteurs locaux et globaux. Dans ce contexte, la discussion terminera notre analyse en répondant à la question « *Quels sont les facteurs favorisant l'émergence et le développement de la grappe industrielle en intelligence artificielle à Montréal ?* »

À la lumière des résultats de cette recherche, la possibilité de présenter un seul facteur pour répondre à la question se doit d'être retirée, car l'émergence de la grappe industrielle en IA a été conditionnée par un ensemble de facteurs. L'importance accordée à ces derniers est toutefois différente et comporte des nuances à évoquer. En fait, Montréal disposait à l'origine de forces vives ayant antérieurement participé à l'avancement des recherches dans le domaine. Malgré cela, l'effervescence actuelle est le résultat des initiatives déployées au cours des années 90 alors que Yoshua Bengio et d'autres chercheurs réussissent à donner naissance à la technique du *deep learning*. Cette révolution, ayant été soutenue par le biais du financement en recherche fondamentale, explique les premiers jalons historiques de cette technique. Par conséquent, la présence de connaissances et de talents dans le domaine se veut d'avoir été un facteur déterminant puisqu'il s'agit d'un prérequis à la formation de l'industrie en intelligence artificielle. La

volonté d’approfondir les connaissances dans les recherches en *deep learning* a permis de faire évoluer le secteur de l’IA à une vitesse fulgurante d’où le fait d’avoir insisté à plusieurs reprises sur le caractère impératif des connaissances nécessaires à ce secteur. La nuance qui se doit toutefois d’être soulignée est que cette pratique existait, or en raison de la disponibilité des données et la force des ordinateurs, celle-ci s’est peaufinée et démocratisée.

Figure 6 - Cadre conceptuel final

Facteurs locaux		Facteurs globaux
Financement et politiques fiscales Densification système de soutien Formation et connaissances/talents	Développement Grappe industrielle	Talents étrangers/connaissances
Entrepreneuriat et <i>start-ups</i> Initiatives gouvernementales descendantes	Émergence Grappe industrielle	Entreprises étrangères et investissements
Présence de talents/connaissances	Industrie en intelligence artificielle à Montréal	

D’un point de vue empirique sur les grappes industrielles, il est nécessaire de retrouver au-delà des connaissances, des entreprises et des institutions interreliées dans le domaine particulier (Porter, 1998). Cela nécessite l’exploitation des connaissances relatives à l’IA dans la sphère industrielle. Nos résultats démontrent que ce rôle est attribuable aux entrepreneurs et aux *start-ups* qui font le pont entre la recherche fondamentale et la sphère industrielle. D’un point de vue pratique, les entreprises ayant exploité les techniques de l’IA à des fins commerciales expliquent la formation d’une masse critique

locale. Cette masse est complétée et bonifiée par la présence d'acteurs étrangers. Ceux-ci ont pour motif de s'implanter dans la région métropolitaine l'exploitation des connaissances présentes, car conscients que celles-ci sont désormais une source d'avantage dans la nouvelle économie (Kogut et Zander, 2003). Les entreprises étrangères supportent ainsi la formation d'une masse critique; caractéristique propre à la phase d'émergence des grappes industrielles. De la même manière, nous avons démontré que celles-ci supportent le développement de la grappe industrielle en IA à Montréal en évitant le problème d'exode des talents pouvant mener à la phase de déclin (Fornahl, Hassink et Menzel, 2015; Menzel et Fornahl, 2009).

Pour poursuivre sur la phase d'émergence, nous avons fait mention que les interactions au sein des grappes industrielles sont difficiles à reproduire de manière volontaire par les gouvernements (Ketels et Memedovic, 2008). Pourtant, force est de constater que les politiques descendantes ont permis d'affirmer l'émergence de la grappe industrielle en IA à Montréal. Ceci concerne l'obtention du titre de grappe industrielle sur l'industrie ce qui admet la participation du gouvernement. Bien que les politiques aient été bénéfiques, il convient de souligner que l'obtention du titre de grappe industrielle ne constitue pas un élément essentiel à la formation. Celui-ci a plutôt permis de justifier les investissements massifs gouvernementaux dans ce secteur en émergence.

Pour faire suite à la phase d'émergence, nous avons approfondi sur les facteurs de développement de la grappe industrielle en IA à Montréal. Les éléments à accorder résultent en partie des décisions politiques permettant de solidifier les conditions de cette dernière. En effet, les deux paliers gouvernementaux offrent des crédits d'impôt à la recherche. Or, ce sont plutôt les investissements massifs qui constituent le premier avantage retiré des plans d'action gouvernementaux. Aux regards de la littérature, cette participation précoce et volontaire admet que les gouvernements ont rapidement reconnu les avantages sur lesquels ils doivent miser pour catalyser le développement (Ketels et Memedovic, 2008). Le financement et les politiques fiscales sont ainsi des facteurs à considérer dans le développement de la grappe industrielle. Il a également été admis que les gouvernements se doivent d'encourager les synergies (Rosenfeld, 1997). À ce titre,

nos résultats indiquent qu'il s'agit plutôt du rôle des organisations de soutien. De manière pratique, les organisations de soutien favorisent les partenariats qui mènent à la combinaison de nouvelles connaissances. Celles-ci contribuent au développement de la grappe industrielle selon Trippi *et al.* (2015) d'où son occurrence dans le cadre conceptuel.

Puisqu'à ce stade le secteur de l'IA à Montréal est en croissance, nous accordons une importance capitale à la diversité sectorielle. Comme mentionné lors du survol de l'industrie, l'IA se retrouve dans divers domaines. En termes de développement, la présence de plus en plus importante permet de rendre les découvertes et les techniques développées comme étant des standards dans le secteur. Cela est d'ailleurs soutenu en majeure partie grâce aux industries reliées qui favorisent l'application de l'IA dans les sphères industrielles. Plus les applications se retrouveront dans les industries périphériques, plus cela permettra d'éviter le problème d'étroite spécialisation qui engendre la perte de dynamisme et d'échanges (Ron Martin et Sunley, 2011). La cohésion est d'autant plus favorisée par la proximité géographique des parties prenantes ce qui catalyse le développement de la grappe industrielle. En pratique, la grappe industrielle en IA se développe de manière horizontale favorisant l'atteinte d'un plus grand nombre de parties prenantes.

Enfin, nos résultats confirment que les éléments nécessaires au développement de la grappe industrielle ne doivent pas simplement être limités au niveau local. Particulièrement dans le contexte étudié, le renouvellement et l'attraction de talents régionaux et internationaux permettent d'entretenir le développement de la grappe industrielle en IA à Montréal. Par la formation et l'effort constant d'attirer des partenaires étrangers, Montréal évitera d'épuiser les ressources sur lesquelles s'appuie la grappe industrielle. Comme mentionné au cours de la revue de littérature, l'une des particularités qui mènent les grappes industrielles vers le déclin c'est l'épuisement des ressources sur laquelle s'appuie cette dernière (Fornahl et Menzel, 2003). Ce faisant, dans ce secteur où les talents et les connaissances constituent la richesse la plus importante, il est légitime de croire que sans ces facteurs, le développement de la grappe industrielle en IA à Montréal

ne serait envisageable. Cette particularité vient mettre en exergue que le talent et les connaissances se veulent d'être le facteur précurseur de l'émergence de la grappe industrielle et une condition nécessaire à son développement.

CHAPITRE VI

6. CONCLUSION

Ce chapitre présentera les conclusions de ce mémoire. L'objectif de cette recherche était d'une part de décrire la structure de l'industrie de l'intelligence artificielle et d'autre part d'étudier les facteurs d'émergence et de développement de la grappe industrielle en IA à Montréal. La conclusion portera ainsi sur les implications pour la théorie des grappes industrielles notamment dans les secteurs émergents, les limites et finalement, les pistes de recherches futures.

6.1. Sommaire

Nous avons entamé cette recherche dans l'optique de mieux comprendre les conditions d'émergence et de développement des grappes industrielles. Pour ce faire, nous avons parcouru une littérature plus récente qui mentionne que celles-ci traversent les phases allant de l'émergence au déclin (Fornahl, Hassink et Menzel, 2015; Fornahl et Menzel, 2003; Menzel et Fornahl, 2009). Afin d'enrichir notre réflexion quant au processus évolutif, nous avons retenu une grille d'analyse qui découle de la théorie avancée par Isaksen (2016). Celle-ci nous autorise donc d'emblée de mieux reconnaître les particularités locales et globales propres à l'émergence et au développement des grappes industrielles. Pour rendre compte de ces facteurs, nous avons porté notre attention sur l'industrie de l'intelligence artificielle à Montréal. La métropole, qui occupe en effet une place importante dans ce domaine, laissait présager la formation d'une grappe industrielle sur son territoire. Nous avons préconisé une méthode de collecte de données qui nous permettrait d'obtenir des informations brutes sur le terrain, à savoir des entretiens semi-dirigés et de la documentation publique. L'analyse de ces données notamment par voie d'entrevues auprès des composantes de la grappe industrielle nous permet ainsi de mettre en lumière les facteurs qui ont influencé l'émergence et le développement de la grappe industrielle.

Les enseignements tirés quant à la première question de recherche soit de déterminer la structure industrielle de l'intelligence artificielle à Montréal sont importants, car il s'agit du point central d'où débute l'émergence de la grappe industrielle. Montréal disposait, a priori, de conditions favorables à la formation d'une grappe industrielle. Cela s'entend d'un réseau universitaire, d'un tissu industriel, de l'appui financier des gouvernements dans la recherche fondamentale ainsi que de la présence de talents et connaissances scientifiques reconnus dans le domaine de l'intelligence artificielle. De manière empirique, ces éléments agissent telles des ressources propres à la localisation et représentent des conditions préexistantes favorables à l'émergence des grappes industrielles (Ketels et Memedovic, 2008; Sölvell, 2008). D'un autre côté, la présentation de la structure industrielle laisse paraître l'importance des entrepreneurs et des *start-ups* qui justifient la présence de l'intelligence artificielle dans les sphères industrielles. En effet, ceux-ci supportent la mise en marché des applications rendant l'IA profitable économiquement. Nos résultats s'accordent ainsi avec les particularités soulevées lors de la revue de littérature. Cela s'entend des conditions liées à l'environnement évoqué par Doloreux et Shearmur (2012). Suivant cette logique, la région de Montréal serait donc naturellement plus disposée à faire prospérer les grappes industrielles en raison de son environnement industriel favorable. La combinaison et la commercialisation des connaissances qu'exercent les entrepreneurs sont alors importantes pour alimenter les dynamiques des grappes industrielles qui émergent.

En référence à la seconde question de recherche, nous avons déterminé les facteurs ayant joué un rôle dans l'émergence de développement de la grappe industrielle en IA à Montréal. En retraçant l'évolution de cette dernière, il appert qu'au niveau local, le gouvernement, les entrepreneurs, les *start-ups* ainsi que les entreprises déjà ancrées dans la métropole ont favorisé le démarrage d'une masse critique dans le domaine de l'IA. Néanmoins, tel que nous l'avons exposé, la formalisation à travers l'obtention du titre de grappe industrielle en intelligence artificielle est attribuable au gouvernement. Ce dernier a d'ailleurs réagi à la suite de l'arrivée d'entreprises étrangères de renoms par la mise en place d'un comité d'orientation comme l'illustre la frise chronologique (Figure 5). Notons cependant qu'en raison de la perspective à l'égard des facteurs globaux insérés

dans notre question de recherche, cela permet de spécifier que la venue d'entreprises étrangères a été un élément à considérer dans l'émergence de la grappe industrielle. Influencée par les conditions préexistantes nommées précédemment et plus particulièrement par les talents locaux, leur arrivée contribue à l'augmentation de la masse critique et soutient également la poursuite des recherches fondamentales en IA. En effet, les ressources financières investies localement dans les centres de recherches favorisent l'ensemble des activités qui ont pour objectif l'avancement des connaissances dans le domaine de l'intelligence artificielle.

Notre recherche nous a ensuite menés à constater les facteurs de développement de la grappe industrielle en IA à Montréal. Ceux-ci résultent du financement et des politiques fiscales, de la densification du système de soutien, de la diversité sectorielle et de la formation des talents au niveau local. Au niveau global, il s'agit de poursuivre l'attraction de talents étrangers qui aide à pallier au manque local de main-d'œuvre qualifiée. De plus, l'efficacité des firmes étrangères à limiter le départ de la main-d'œuvre qualifiée a comme conséquence directe la rétention des connaissances qui soutient le développement de la grappe industrielle en IA à Montréal. Ainsi, le développement résulte d'effort entrepris par la majorité des acteurs de la grappe industrielle.

Sur une perspective de long terme, plus les connaissances continueront de se propager à travers les industries périphériques, plus la grappe industrielle atteindra une diversité sectorielle intéressante. Cet aspect est rendu possible en raison de la nature de l'IA. Pour reprendre les propos avancés lors d'un entretien, « C'est la technologie qui est horizontale et qui peut affecter plusieurs industries verticales » (No. 6). Ce virage est soutenu par les organisations de soutien à l'image d'Element AI et IVADO, par exemple, qui encouragent les entreprises à intégrer l'IA. En effet, ceux-ci incitent aux échanges et au partage de connaissances afin de développer des synergies industrielles entre les différentes parties prenantes de la structure industrielle en IA. La densification d'organisations de soutien participe au développement de la grappe industrielle en IA à Montréal. Ces résultats permettent de bonifier la théorie quant aux grappes industrielles dans les secteurs émergents. La coopération des organismes de soutien est perçue utile au

développement des grappes industrielles, ce qui a peu été relevé dans la littérature. Dans notre cas, celles-ci ont permis de populariser l'IA et ses retombées à travers toutes les industries confondues. La complémentarité que cherchent volontairement à stimuler les organisations de soutien permet de catalyser les dynamiques internes par le biais des industries reliées (Porter, 1998). Cela dit, la contribution principale des organisations de soutien revient à leur apport en matière d'appui au développement de la grappe industrielle; fait intéressant dans pour la théorie.

Enfin, nous soutenons que dans le cas de l'intelligence artificielle à Montréal, le maillage entre les facteurs locaux et globaux a favorisé le renforcement des conditions nécessaires tant au niveau de l'émergence qu'au développement de la grappe industrielle en IA à Montréal. La complémentarité de ces différentes dimensions encourage les parties prenantes à développer une industrie compétitive assurant au gouvernement de tirer profit des retombées. Qui plus est, cela autorise Montréal à se classer parmi les joueurs importants dans une vague sans précédent dominé par les transformations numériques (IVADO, 2017).

6.2. Limites de la recherche

En dépit de tous nos efforts, nous sommes conscients que ce mémoire comporte des limites. La première limite réside dans les méthodes de collecte de données. D'abord, nous avons retenu une approche de cas holistique, c'est-à-dire unique. Celle-ci n'autorise pas la comparaison avec une seconde grappe industrielle. Comme la majorité des études qualitatives, l'une des limites est ainsi la généralisation des résultats. De manière concrète, notre étude permet la généralisation théorique à l'égard de la grappe industrielle en intelligence artificielle puisqu'étant le phénomène à l'étude. Cependant, il n'en demeure pas moins que la pertinence de nos résultats ainsi que notre cadre conceptuel est applicable à des grappes industrielles similaires bien que la nature de celles-ci s'avère souvent différente. Nous entendons par nature, le type d'industrie dans laquelle la grappe industrielle se forme. Dans cette recherche, la grappe étudiée repose sur un domaine nécessitant des connaissances précises s'appuyant fortement sur les recherches fondamentales. Il convient ainsi de reconnaître que la généralisation peut varier selon les

industries, le type de grappes industrielles qui s’y forme et le contexte dans lequel s’insère la grappe industrielle.

La seconde limite réside dans notre échantillon, celui-ci étant restreint à un petit nombre de parties prenantes. Nous avons cependant jugé pertinent de rencontrer des acteurs ayant fait figure d’importance dans l’émergence et le développement de la grappe bien que nous ne puissions les mentionner. Puisque l’objet de recherche existe que depuis peu de temps, les réponses apportées par les répondants reposent d’une part sur leur compréhension de l’industrie en IA et d’autre part sur leurs connaissances théoriques quant aux grappes industrielles. Une étude comportant ainsi un échantillon plus étendu pourrait mener à une meilleure vue d’ensemble des facteurs nécessaires à l’émergence et au développement. De surcroît, nous reconnaissons qu’une recherche ayant été réalisée une fois la grappe industrielle mature pourrait conduire à l’obtention de résultats plus concis.

6.3. Recherches futures

Notre question principale reste large ouvrant l’avenue à des perspectives de recherches futures. Il serait ainsi opportun de mener des recherches basées de manière exclusive à comprendre les relations entre les différentes parties prenantes afin d’évaluer les interactions au sein des grappes industrielles selon leur niveau de progression. Dans une approche de recherche similaire, il pourrait en découler l’importance des coopérations et des synergies menant à l’évolution des grappes industrielles notamment dans les industries émergentes où les relations s’avèrent encore très peu développées.

Bien entendu, d’autres pistes de recherche pourraient concerner l’utilisation de parties prenantes à l’extérieur de la région de Montréal considérant la mise en place d’une grappe industrielle qui s’étend au-delà de la région (Gouvernement du Québec, 2017). Cela étant dit, les régions de Toronto et d’Edmonton pourraient être sollicitées. En effet, les grappes industrielles peuvent déployer des liens à l’extérieur de sa région ce qui accentue les collaborations plus diffuses. La mise en place d’un réseau efficace pourrait ainsi être avancée tel un facteur important au développement des grappes industrielles.

Malgré notre volonté d'avoir voulu exposer cette particularité (voir cadre conceptuel, figure 1), peu de détails ont été mentionnés lors des entretiens. Cette dimension nous apparaît donc comme une piste de recherche intéressante à poursuivre.

Enfin, nous terminons en soulignant la pertinence d'effectuer des recherches parmi d'autres parties prenantes de la structure industrielle en IA à Montréal afin de contribuer à l'avancement des connaissances propre à cette grappe. L'enquête future pouvant inclure une approche longitudinale pourrait mener à des conclusions intéressantes et mettre en lumière d'autres facteurs nécessaires à la poursuite de sa trajectoire.

Bibliographie

Bathelt, Harald, Anders Malmberg et Peter Maskell (2004). « Clusters and knowledge: local buzz, global pipelines and the process of knowledge creation » [Article], *Progress in Human Geography*, vol. 28, no 1, p. 31-56.

Birkinshaw, Julian (2000). « Upgrading of industry clusters and foreign investment », *International Studies of Management & Organization*, vol. 30, no 2, p. 93-113.

Boschma, Ron (2005). « Proximity and innovation: a critical assessment », *Regional studies*, vol. 39, no 1, p. 61-74.

Chalaye, Sylvie et Nadine Massard (2009). « Les clusters: Diversité des pratiques et mesures de performance », *Revue d'économie industrielle*, no 4, p. 153-176.

Chambre de commerce du montréal métropolitain (2018). *L'intelligence artificielle, un pilier de développement économique pour la métropole*, 10 p.

Chambre de commerce du montréal métropolitain et Montréal International (2016). *Contribution des universités de la région de Montréal à l'économie du Québec, 2016*, 64 p.

Cockburn, Iain M, Rebecca Henderson et Scott Stern (2018). *The Impact of Artificial Intelligence on Innovation*, National Bureau of Economic Research.

Cohen, Wesley M et Daniel A Levinthal (1990). « Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation », *Administrative science quarterly*, p. 128-152.

Conseil des technologies de l'information et des communications (2015). *L'intelligence artificielle au Canada, Où en sommes-nous*, 12 p.

Corbin, Juliet. et Anselm. Strauss (2015). *Basics of qualitative research : techniques and procedures for developing grounded theory* 4^e éd., Los Angeles : Sage.

Doloreux, David (2002). « What we should know about regional systems of innovation », *Technology in Society*, vol. 24, no 3, p. 243-263.

Doloreux, David et Richard Shearmur (2009). « Maritime clusters in diverse regional contexts: The case of Canada », *Marine Policy*, vol. 33, no 3, p. 520-527.

Doloreux, David et Richard Shearmur (2012). « Collaboration, information and the geography of innovation in knowledge intensive business services », *Journal of Economic Geography*, vol. 12, no 1, p. 79-105.

Dunning, John H (1988). « The eclectic paradigm of international production: A restatement and some possible extensions », *Journal of international business studies*, p. 1-31.

Dunning, John H (1998). « Location and the multinational enterprise: a neglected factor? », *Journal of international business studies*, p. 45-66.

Eisenhardt, Kathleen M (1989). « Building theories from case study research », *Academy of management review*, vol. 14, no 4, p. 532-550.

Feldman, Maryann (2001). « The entrepreneurial event revisited: firm formation in a regional context », *Industrial and corporate change*, vol. 10, no 4, p. 861-891.

Feldman, Maryann, Johanna Francis et Janet Bercovitz (2005). « Creating a Cluster While Building a Firm: Entrepreneurs and the Formation of Industrial Clusters », *Regional Studies*, vol. 39, no 1, p. 129-141.

Fornahl, Dirk et Max-Peter Menzel (2003). « Co-development of firm foundings and regional clusters », *Discussion paper No. 284*, p. 24.

Golman, Russell et Steven Klepper (2014). « Spinoffs and clustering », *The RAND Journal of Economics*, vol. 47, no 2, p. 341-365.

Gouvernement du Canada (2017). *Bâtir une classe moyenne forte*, 324 p.

Gouvernement du Québec (2017). *Le plan économique du Québec*, 624 p.

Gugler, Philippe et Serge Brunner (2007). « FDI effects on national competitiveness: A cluster approach », *International Advances in Economic Research*, vol. 13, no 3, p. 268-284.

Isaksen, Arne (2016). « Cluster emergence: combining pre-existing conditions and triggering factors », *Entrepreneurship & Regional Development*, vol. 28, no 9-10, p. 704-723.

Ketels, Christian HM et Olga Memedovic (2008). « From clusters to cluster-based economic development », *International journal of technological learning, innovation and development*, vol. 1, no 3, p. 375-392.

Kogut, Bruce et Udo Zander (2003). « Knowledge of the firm and the evolutionary theory of the multinational corporation », *Journal of international business studies*, vol. 34, no 6, p. 516-529.

LeCun, Yann, Yoshua Bengio et Geoffrey Hinton (2015). « Deep learning » [Insight], *Nature*, vol. 521, no 7553, p. 436-444.

Malmberg, Anders et Peter Maskell (2002). « The elusive concept of localization economies: towards a knowledge-based theory of spatial clustering », *Environment and planning A*, vol. 34, no 3, p. 429-449.

Martin, Hanna et Lars Coenen (2015). « Institutional context and cluster emergence: The biogas industry in Southern Sweden », *European Planning Studies*, vol. 23, no 10, p. 2009-2027.

Martin, Ron et Peter Sunley (2003). « Deconstructing clusters: chaotic concept or policy panacea? », *Journal of economic geography*, vol. 3, no 1, p. 5-35.

Martin, Ron et Peter Sunley (2011). « Conceptualizing cluster evolution: beyond the life cycle model? », *Regional Studies*, vol. 45, no 10, p. 1299-1318.

Maskell, Peter (2001). « Towards a knowledge-based theory of the geographical cluster », *Industrial and corporate change*, vol. 10, no 4, p. 921-943.

Menzel, Max-Peter et Dirk Fornahl (2009). « Cluster life cycles—dimensions and rationales of cluster evolution », *Industrial and corporate change*, vol. 19, no 1, p. 205-238.

Miles, Matthew et Michael Huberman (2003). *Analyse des données qualitatives, Traduction de 2nd Édition américaine, par Martine Hlady Rispal; révision de Jean-Jacques Bonniol*, coll. Bruxelles: De Boeck Université, Belgique.

Miles, Matthew, Michael Huberman et Johnny Saldaña (2014). *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook*, 3^e éd., Sage Publications.

Montréal International (2017). *Le Grand Montréal : plaque tournante de l'intelligence artificielle*, 42 p.

Myers, Michael D (2013). « Overview of Qualitative Research », dans *Qualitative research in business and management*, 2^e éd, London, Sage Publications, p. 5-15.

Noël, Alain (2011). *La conduite d'une recherche: mémoires d'un directeur*, Montréal, Les Éditions JFD.

Patton (1990). *Qualitative evaluation and research methods*, 2^e éd., SAGE Publications.

Perez-Aleman, Paola (2005). « CLUSTER formation, institutions and learning: the emergence of clusters and development in Chile », *Industrial and Corporate Change*, vol. 14, no 4, p. 651-677.

Porter, Michael E (1990). « The competitive advantage of nations », *Harvard business review*, vol. 68, no 2, p. 73-93.

Porter, Michael E (1998). *Clusters and the new economics of competition*, vol. 76, Harvard Business Review Boston.

Porter, Michael E (2000). « Locations, clusters, and company strategy », *The Oxford handbook of economic geography*, p. 253-274.

Rocha, Hector O (2004). « Entrepreneurship and development: The role of clusters », *Small business economics*, vol. 23, no 5, p. 363-400.

Rosenfeld, Stuart A (1997). « Bringing business clusters into the mainstream of economic development », *European planning studies*, vol. 5, no 1, p. 3-23.

Rosenfeld, Stuart A (2002). *Creating Smart Systems: A guide to cluster strategies in less favoured regions*, Regional Technology Strategies Carrboro, North Carolina.

Santner, Dominik et Dirk Fornahl (2014). *From here, from there, and from beyond: endogenous and exogenous factors triggering change along the cluster life cycle in a multi-scalar environment*, Working Papers on Innovation and Space.

Solvell, O, G Lindqvist et Ch Ketels (2004). *The Cluster Initiative Green book* 1^e éd., 94 p.

Ter Wal, Anne LJ et Ron Boschma (2011). « Co-evolution of firms, industries and networks in space », *Regional studies*, vol. 45, no 7, p. 919-933.

Trippel, Michaela, Markus Grillitsch, Arne Isaksen et Tanja Sinozic (2015). « Perspectives on cluster evolution: critical review and future research issues », *European planning studies*, vol. 23, no 10, p. 2028-2044.

Wolfe, David A. et Meric S. Gertler (2004). « Clusters from the inside and out: local dynamics and global linkages », *Urban Studies (Routledge)*, vol. 41, no 5/6, p. 1071-1093.

Yin, Robert. K (2014). *Case study research: Design and methods*, 5^e éd., Thousand Oaks: Sage Publications, 282 p.

Annexes

Annexe 1 : Guide d'entretien semi-dirigé

Présentation du projet

L'industrie de l'intelligence artificielle est actuellement en plein essor dans la métropole québécoise. À cela s'ajoute la volonté du gouvernement à former une grappe industrielle. Dans le cadre de cette recherche, le contexte précis de Montréal a été retenu, car la recherche effectuée, pour ce projet, a pour objectif de mettre en exergue les conditions/facteurs d'émergence et de développement des grappes industrielles et plus précisément celle en intelligence artificielle à Montréal.

Section 1 : La présentation de l'interlocuteur / activité de l'organisation

1. Quelle fonction occupez-vous au sein de votre organisation ?
2. Quelles sont vos responsabilités ?
3. Quelles sont les principales activités de votre entreprise ?
 - a. Comment celles-ci sont-elles en lien avec l'industrie de l'intelligence artificielle ?

Section 2 : Facteurs de localisation/Montréal

4. Quels avantages votre organisation tire-t-elle de se trouver à proximité de plusieurs autres organisations dans le secteur de l'intelligence artificielle à Montréal ?
5. Votre organisation entretient-elle des liens avec d'autres acteurs locaux dans le secteur de l'intelligence artificielle à Montréal ?
 - a. Si oui, quels sont les principaux acteurs locaux avec qui votre organisation entretient des liens ?
 - b. Si oui, quelle est la nature de cette collaboration ?
 - c. Si oui, quelles sont les retombées de ses liens ?
 - d. Si oui, comment le partage de connaissance est-il organisé entre les parties prenantes du domaine de l'intelligence artificielle et votre organisation ?

6. Selon vous, quel est le rôle de la présence des universités et autres acteurs importants dans l'industrie de l'intelligence artificielle à Montréal pour votre organisation ?
7. Selon vous, quel est le rôle du gouvernement dans le fonctionnement de l'industrie de l'intelligence artificielle à Montréal ?
8. Comment décririez-vous le rôle de votre organisation dans l'industrie de l'intelligence artificielle à Montréal ?

Section 3 : Les facteurs d'émergence

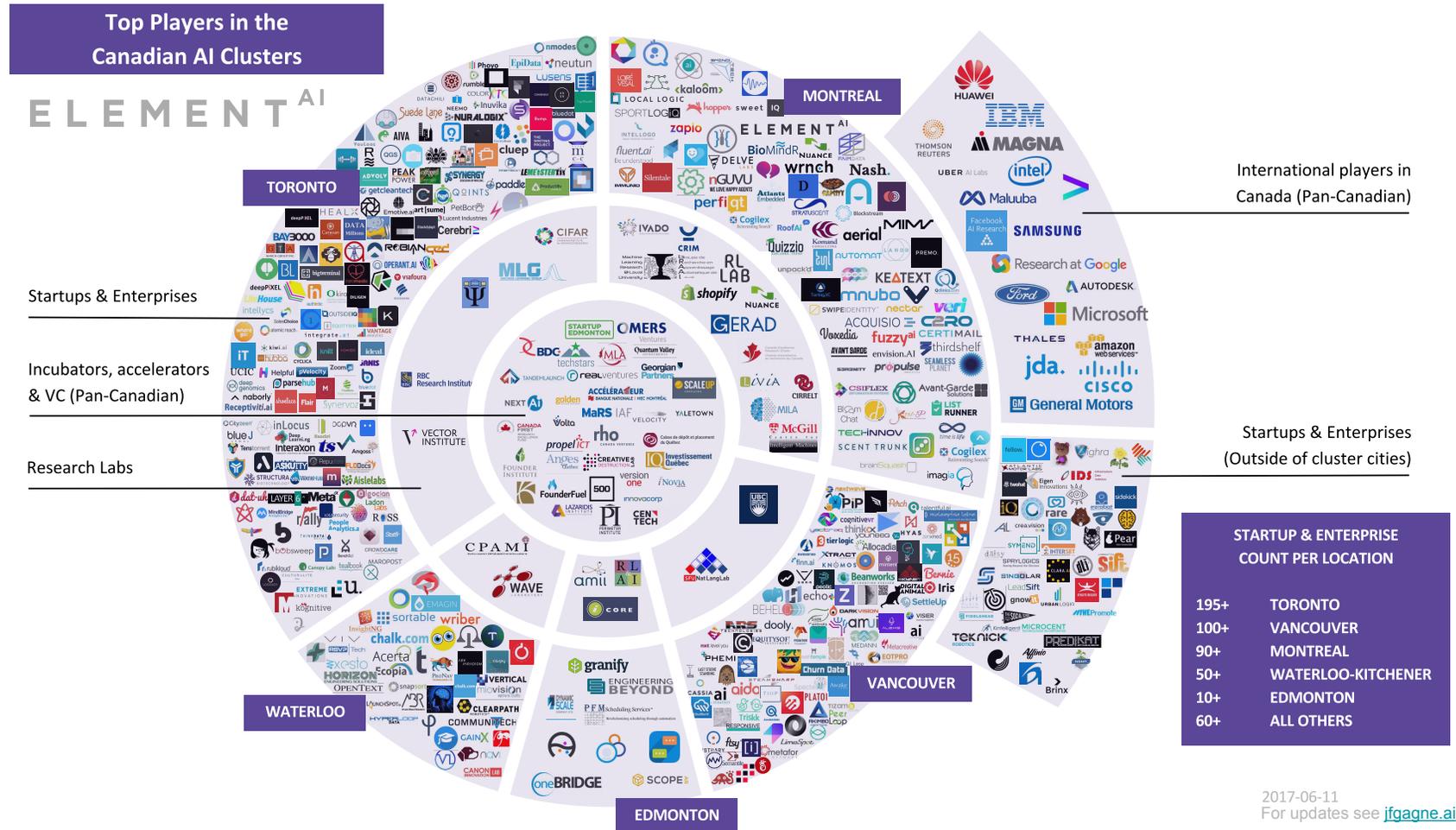
9. Selon vous, pourquoi voit-on émerger une industrie en intelligence artificielle à Montréal ?
10. De quelle manière, selon vous, la région de Montréal est-elle favorable pour les parties prenantes dans l'industrie de l'intelligence artificielle ?
11. Selon vous, quels acteurs, organisations et entreprises ont contribué à l'émergence de l'industrie en intelligence artificielle à Montréal ?
12. Selon vous, quels sont les facteurs qui influencent la décision de la venue de joueur de renom dans le domaine de l'intelligence artificielle à Montréal (Facebook et Google, à titre d'exemple) ?
13. Pour faire suite, en quoi la présence de ces entreprises de renom est-elle favorable pour l'industrie en intelligence artificielle à Montréal ?
14. Selon vous, est-ce que la proximité entre les parties prenantes dans l'industrie de l'intelligence artificielle favorise l'apprentissage ou la collaboration ?
 - a. Si oui, de quelle manière ?

Section 4 : Les facteurs de développement

15. Selon vous, quels sont les facteurs nécessaires au développement de l'industrie en intelligence artificielle à Montréal ?
16. Avez-vous eu recours à l'utilisation d'initiatives en collaboration avec d'autres parties prenantes afin de favoriser la création ou le développement de la grappe industrielle en intelligence artificielle à Montréal ?
 - a. Si oui, quelles sont ces initiatives ?
 - b. Si oui, avec quelles parties prenantes ?

24. Quelles sont les retombées sociales et économiques pour Montréal dans ce projet de développement d'une grappe industrielle en intelligence artificielle ?

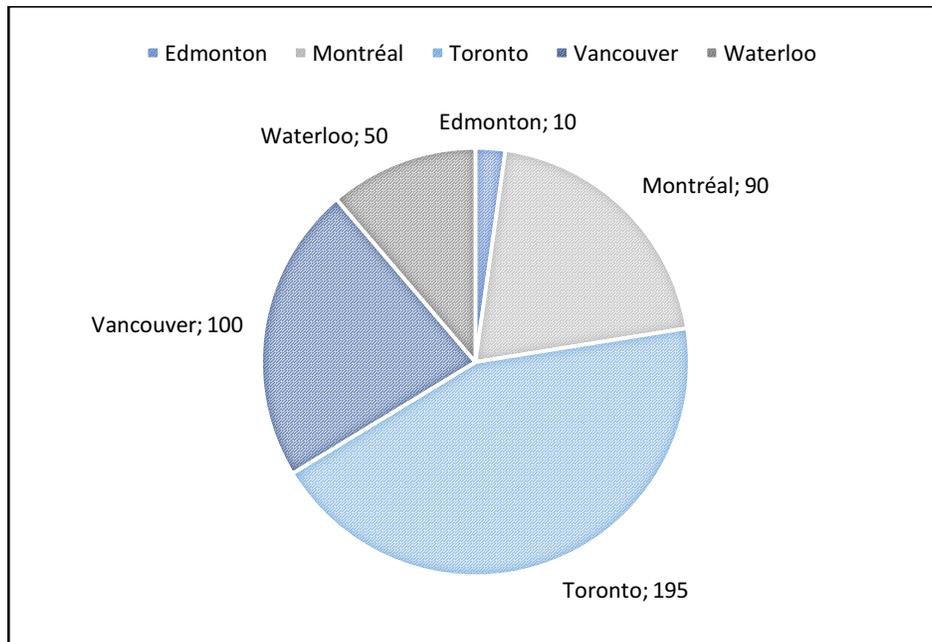
Annexe 2 : Système canadien de l'intelligence artificielle



Source : Cartographie de l'écosystème canadien de l'IA, Jean-François Gagné

Annexe 3: Division par région du nombre d'entreprises de l'écosystème canadien en IA

Division par région du nombre d'entreprises de l'écosystème canadien en intelligence artificielle



Source : Cartographie de l'écosystème canadien de l'intelligence artificielle (Gagné, 2017)

Annexe 4 : Répartition de la contribution du gouvernement provincial pour la création d'une supergrappe en IA

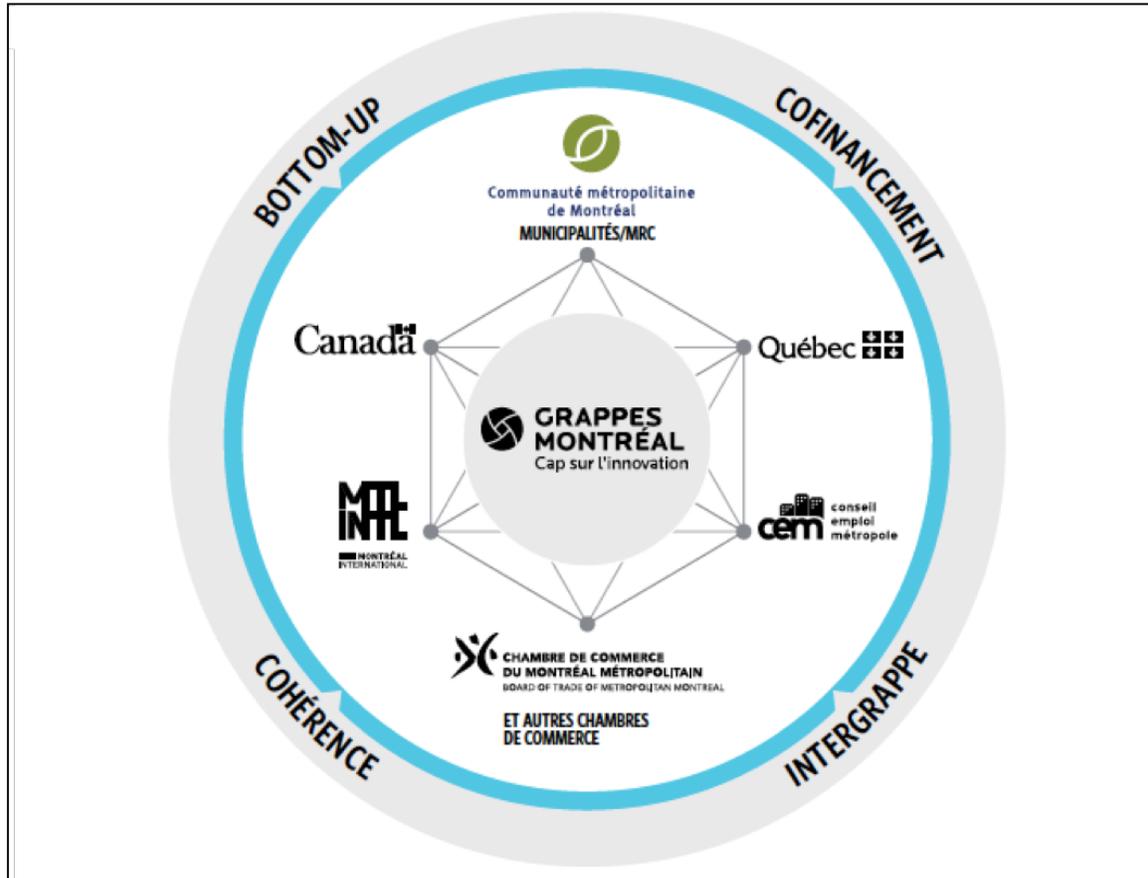
Tableau 9 - Répartition de la contribution financière du gouvernement provincial pour la supergrappe en intelligence artificielle à Montréal (en millions de dollars canadiens)

	2016-2017	2017-2018	2018-2019	2019-2020	2020-2021	2021-2022
Financement accordé	50\$M			15\$M	15\$M	20\$M

Source : Le Plan économique du Québec, Mars 2017

Annexe 5: Modèle montréalais du support des grappes industrielles

Modèle montréalais du support des grappes industrielles



Source : Plan métropolitain de développement économique 2015-2020, 2015