

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

ÉTUDE DE LA DYNAMIQUE DE LA CRÉATION D'INNOVATIONS
TECHNOLOGIQUES AU SEIN DES GRAPPES INDUSTRIELLES EN
BIOTECHNOLOGIE DE MONTRÉAL, TORONTO ET DE VANCOUVER

JEAN-SÉBASTIEN BEAUCAGE
DÉPARTEMENT DE MATHÉMATIQUES ET DE GÉNIE INDUSTRIEL
ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

MÉMOIRE PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION
DU DIPLÔME DE MAÎTRISE ÈS SCIENCES APPLIQUÉES
(GÉNIE INDUSTRIEL)
AOÛT 2005



Library and
Archives Canada

Bibliothèque et
Archives Canada

Published Heritage
Branch

Direction du
Patrimoine de l'édition

395 Wellington Street
Ottawa ON K1A 0N4
Canada

395, rue Wellington
Ottawa ON K1A 0N4
Canada

Your file Votre référence

ISBN: 978-0-494-16753-3

Our file Notre référence

ISBN: 978-0-494-16753-3

NOTICE:

The author has granted a non-exclusive license allowing Library and Archives Canada to reproduce, publish, archive, preserve, conserve, communicate to the public by telecommunication or on the Internet, loan, distribute and sell theses worldwide, for commercial or non-commercial purposes, in microform, paper, electronic and/or any other formats.

The author retains copyright ownership and moral rights in this thesis. Neither the thesis nor substantial extracts from it may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.

AVIS:

L'auteur a accordé une licence non exclusive permettant à la Bibliothèque et Archives Canada de reproduire, publier, archiver, sauvegarder, conserver, transmettre au public par télécommunication ou par l'Internet, prêter, distribuer et vendre des thèses partout dans le monde, à des fins commerciales ou autres, sur support microforme, papier, électronique et/ou autres formats.

L'auteur conserve la propriété du droit d'auteur et des droits moraux qui protègent cette thèse. Ni la thèse ni des extraits substantiels de celle-ci ne doivent être imprimés ou autrement reproduits sans son autorisation.

In compliance with the Canadian Privacy Act some supporting forms may have been removed from this thesis.

Conformément à la loi canadienne sur la protection de la vie privée, quelques formulaires secondaires ont été enlevés de cette thèse.

While these forms may be included in the document page count, their removal does not represent any loss of content from the thesis.

Bien que ces formulaires aient inclus dans la pagination, il n'y aura aucun contenu manquant.


Canada

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

Ce mémoire intitulé :

ÉTUDE DE LA DYNAMIQUE DE LA CRÉATION D'INNOVATIONS
TECHNOLOGIQUES AU SEIN DES GRAPPES INDUSTRIELLES EN
BIOTECHNOLOGIE DE MONTRÉAL, TORONTO ET DE VANCOUVER

présenté par : BEAUCAGE Jean-Sébastien

en vue de l'obtention de diplôme de : Maîtrise ès sciences appliquées

a été dûment accepté par le jury d'examen constitué de :

Mme DE MARCELLIS-WARRIN Nathalie, Doctorat

Mme BEAUDRY Catherine D.Phil.

M. SHEARMUR Richard Ph.D.

REMERCIEMENTS

Je voudrais en premier lieu chaleureusement remercier madame Catherine Beaudry, ma directrice de recherche, pour son soutien et sa compréhension, sans lesquels je n'aurais pu réaliser ce travail. Je dois, pour ne pas être le pire des ingrats, mais surtout pour leur témoigner mon appréciation, remercier les secrétaires du département ainsi qu'une bonne part du personnel administratif de l'école pour avoir toléré mes opinions et mes changements de dernière minute. Un merci au FQRNT pour avoir financé ce travail de recherche. À mes collègues qui ont partagé mon espace de travail durant ces deux longues années, je vous témoigne une appréciation sans égard, vous êtes de très bonnes personnes et j'espère que la vie vous le rendra. Ali, Marie-Hélène, Abdessamad et Sylvain, je vous réitère l'importance qu'a eue sur mon développement personnel ainsi que sur l'avancement de mon projet de recherche soit le soutien, soit l'aide technique que vous m'avez apportée.

En deuxième lieu, je voudrais non pas remercier, car ce mot convient pour de l'aide ou des services reçus, mais plutôt mentionner un dévouement sans faille, à un investissement d'énergie et de temps à mes parents. En m'épaulant ces dernières vingt-cinq années : vous m'avez transmis le goût de vivre et de l'aventure ainsi que le sens de la débrouillardise que je considère comme mes plus beaux traits de personnalité.

Papa, maman, merci pour la vie...

La vie est courte, je vous souhaite à tous d'en profiter avec vigueur et acharnement.

La recherche de l'immortalité et de la beauté : seules quêtes nécessaires à l'homme

Jean-Sébastien Beaucage, 2005

RÉSUMÉ

Ce travail étudie la dynamique de création d'innovations technologiques au sein des grappes industrielles de biotechnologie au Canada. Nous avons étudié plus particulièrement le cas des grappes de Toronto, de Vancouver et de Montréal. Nous avons tenté de démontrer l'importance de premier degré des réseaux de collaboration entre les chercheurs au sein d'une grappe et également à l'extérieur des limites géographiques des grappes. À l'aide de données recueillies dans la base de données de l'USPTO (United States Patent and Trade mark Office), nous avons cartographié les réseaux de collaboration associés aux grappes des villes de Toronto, Vancouver et de Montréal pour certains domaines de la biotechnologie. Nous avons identifié 743 réseaux de collaboration distincts de collaborateurs canadiens majoritairement centrés sur nos trois grappes. Ces réseaux varient en taille d'un maximum de 183 chercheurs à un minimum de 2 chercheurs, ils varient aussi beaucoup en terme de performance au niveau de la collaboration : le meilleur réseau a un ratio de collaboration de 11,7, ceci implique que chaque chercheur du réseau a pratiquement travaillé avec en moyenne 12 autres chercheurs. Nous avons également observé qu'en général Montréal possède un plus grand nombre de réseaux très concentrés géographiquement alors que Toronto, en comptant sur un plus petit nombre de chercheurs et de réseaux voit ceux-ci plus décentralisés et avec des ramifications lointaines. Nous avons aussi étudié le rôle des chercheurs clés au sein des réseaux de collaboration et la manière dont ces chercheurs étoiles influencent la structure de ces réseaux. Les réseaux de Montréal semblent plus organisés autour de ces chercheurs vedettes alors que le processus de création d'innovation de Toronto semble moins reposer sur un petit nombre de chercheurs bien que quelques chercheurs aient une importante influence. Les réseaux de collaboration de la grappe de Montréal ont une distance tacite moyenne de collaboration de 3,4 ce qui est pratiquement le double de ceux de Toronto ou de Vancouver qui ont respectivement 1,8 et 1,6. Ces ratios reflètent l'intensité des ramifications des réseaux de collaboration.

ABSTRACT

This thesis studies the size and structure of collaboration networks within three Canadian biotechnology clusters. Using information contained in specific biotechnology patents of Canadian scientists, we identified 743 networks of collaborators, the largest involving 183 researchers. The best network has a ratio of 11.7 collaborations per researcher which implies that on average scientists affiliated to that network have worked almost 12 times with one another. We also find that in general, Montreal has a greater number of networks that are more concentrated within its boundaries but that Toronto, with a smaller number of scientists, benefits from more decentralized knowledge networks. We have also looked at the role played by star scientists: the way in which they influence the structure of the information networks. Montreal's networks tend to be more centralized and based on the work of these key researchers in comparison with Toronto's knowledge networks. In fact, Toronto's creation process relies more on the work of several good researchers even if we noted the presence of a few really prolific researchers. We have noted that Montreal's collaboration networks have an average collaboration distance of 3.4 which is practically twice that of the networks of Toronto and Vancouver with respectively 1.8 and 1.6. These distances reflect the intensity of ramification within the collaboration networks.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	iv
RÉSUMÉ.	v
ABSTRACT	vi
LISTE DES TABLEAUX.....	ix
LISTE DES FIGURES	x
LISTE DES ABRÉVIATIONS	xii
LISTE DES ANNEXES	xiii
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE 1 : RECENSION DE LA LITTÉRATURE	3
1.1 NATURE, FORMATION ET MESURE DE LA PERFORMANCE DES GRAPPE	3
1.2 RÉSEAUX, ÉCHANGES ET COLLABORATIONS ENTE LES FIRMES DANS LES GRAPPES	15
CHAPITRE 2 : CONTEXTE DU CHAMP DE RECHERCHE.....	30
2.1 PROFIL DE L'INDUSTRIE BIOPHARMACEUTIQUE	30
2.1.1 Profil de l'industrie biopharmaceutique nord-américaine	30
2.1.2 Profil de l'industrie biopharmaceutique dans la région de Montréal.....	32

2.1.3	Statistiques financières de la R&D de l'industrie biopharmaceutique.....	33
2.1.4	Effets des grappes sur les firmes	39
2.2	LES GRAPPES INDUSTRIELLES DE BIOTECHNOLOGIE AU QUÉBEC	43
2.2.1	L'exemple du grand Montréal	43
2.2.2	Les incitatifs fiscaux	44
2.2.3	Critères de vitalité des grappes industrielles en biotechnologie au Canada.....	46
	CHAPITE 3 : DÉMARCHE SUIVIE.....	49
3.1	PROBLÉMATIQUE ET HYPOTHÈSES DE RECHERCHE.....	49
3.2	MÉTHODOLOGIE	50
3.3	COLLECTE DES INFORMATIONS.....	52
3.3.1	Restrictions et sources d'erreurs de notre méthode	56
	CHAPITRE 4 : PRÉSENTATION ET ANALYSE DES DONNÉES.....	59
4.1	RÉSULTATS	59
4.1.1	Nature des réseaux	59
4.1.2	Évaluation et mesure de l'innovation	78
4.1.3	Auteurs étoiles	85
	CONCLUSION.....	99
	BIBLIOGRAPHIE.....	102
	ANNEXES.....	110

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 3.1: Définition du réseau fictif	55
Tableau 4.1: Nombre de réseaux de collaboration partagés et non partagés	64
Tableau 4.2: Nombre de réseaux de collaboration par grappes	65
Tableau 4.3: Nombre de réseaux de collaboration avec moins de 75% des chercheurs dans la même grappe.....	66
Tableau 4.4: Réseau fictif, ratio de collaborations.....	67
Tableau 4.5: Nombre de collaborations et de collaborateurs par réseau qui ont moins de	68
Tableau 4.6: Nombre de collaborations et de collaborateurs par réseau qui ont plus de 75% de leurs chercheurs au sein de la même grappe.	69
Tableau 4.7: Ratios de collaboration par grappe.....	70
Tableau 4.8: Nombre de chercheurs par grappe.....	70
Tableau 4.9 : Ratios de collaboration normaux et modifiés par grappe.....	72
Tableau 4.10: Les 36 réseaux avec un ratio de collaboration supérieur à 2.....	74
Tableau 4.11 : Index d'Herfindahl par grappe	77
Tableau 4.12: Localisation des meilleurs réseaux (Ratio de collaboration supérieur à 2)	78
Tableau 4.13: Nombre de participations totales par grappes	87
Tableau 4.14 : Nombre d'auteurs avec au moins 20 brevets	87
Tableau 4.15 : Nombre d'auteurs avec au moins 10 brevets	88
Tableau 4.16 : Nombre de participations des auteurs avec au moins 10 brevets.....	90
Tableau 4.17 : Degré moyen de collaboration des réseaux par grappe.....	93
Tableau 4.18 : Degré moyen de collaboration des réseaux par grappe (sans les réseaux à densité de 100%).....	94
Tableau 4.19 : Degré moyen de collaboration par type de réseaux	95
Tableau 4.20 : Densité de réseau moyenne	97

LISTE DES FIGURES

Figure 2.1: Chiffre d'affaire des cinq plus grandes compagnies pharmaceutique nord-américaines	31
Figure 2.2: Chiffre d'affaire des huit plus grandes compagnies biopharmaceutique nord-américaines	32
Figure 2.3: Les investissements par source de financement en R&D dans le secteur de la santé au Canada.....	34
Figure 2.4 : Les investissements totaux en R&D dans le secteur de la santé au Canada.	35
Figure 2.5 : Distribution des sources de financement de la R&D en santé au Canada pour 1988 à 2003	36
Figure 2.6 Évolution du pourcentage d'investissement en R&D en sciences fondamentales par province.....	37
Figure 2.7: Évolution de l'investissement en millions de dollars canadien en R&D par province en sciences fondamentales	38
Figure 2.8 : Évolution du nombre de firmes dans les grappes de Montréal, Toronto et Vancouver.....	39
Figure 2.9: Évolution du nombre de firmes dans la grappe de Montréal	40
Figure 2.10 : Évolution du nombre de firmes dans la grappe de Toronto	41
Figure 2.11 : Évolution du nombre de firmes dans la grappe de Vancouver	42
Figure 3.1 représentation graphique réseau fictif	56
Figure 4.1 localisation géographique du réseau fictif	61
Figure 4.2 Réseau Type 1	62
Figure 4.3 Réseau Type 2	63
Figure 4.4 Réseau Type 2	68
Figure 4.5 Réseau fictif, ratio Herfindahl	76
Figure 4.6: Production annuelle du nombre de brevets produits à Montréal, Toronto et Vancouver.....	79

Figure 4.7: Production cumulative de brevets produits à Montréal, Toronto et Vancouver	80
Figure 4.8 : Évolution du nombre d'inventeurs par grappe	81
Figure 4.9 : Évolution, pour la grappe de Montréal, du nombre d'auteurs participant à 2, 3 et au moins 4 brevets par année	82
Figure 4.10 : Évolution, pour la grappe de Toronto, du nombre d'auteurs participant à 2, 3 et au moins 4 brevets par année	83
Figure 4.11 : Évolution, pour la grappe de Vancouver, du nombre d'auteurs participant à 2, 3 et au moins 4 brevets par année	84
Figure 4.12 : Comparaison de l'évolution du nombre d'auteurs participant à un minimum de deux brevets par année entre Montréal, Toronto et Vancouver	85
Figure 4.13 : Réseau fictif, calcul des participations.....	86
Figure 4.14 : Réseau fictif, densité de réseaux	92
Figure 4.15 : Réseau fictif, distance tacite.....	93

LISTE DES ABRÉVIATIONS

R&D :	Recherche et Développement
PME :	Petites et Moyennes Entreprises
OMC :	Organisation Mondiale du Commerce
PIB :	Produit Intérieur Brut
USPTO:	United States Patent and Trade mark Office
OPIC :	Office de la Propriété Intellectuelle du Canada
OGM :	Organisme génétiquement modifié
FQRNT :	Fondation québécoise pour la recherche sur la nature et les technologies

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 –CODE <i>VISUAL BASIC</i> UTILISÉ LORS DE LA CRÉATION DE LA BASE DE DONNÉES	110
ANNEXE 2 – CARTE DE LA RÉGION DE MONTRÉAL	119
ANNEXE 3 – CARTE DE LA RÉGION DE TORONTO	120
ANNEXE 4 – CARTE DE LA RÉGION DE VANCOUVER.....	121
ANNEXE 5 – VUE D’ENSEMBLE DES RÉSEAUX DE COLLABORATIONS .	122
ANNEXE 6 – MUNICIPALITÉS UTILISÉES POUR LE RECENSEMENT DES BREVETS	124
ANNEXE 7 –LES ENTREPRISES AU SEIN DE LA CITÉ DE LA BIOTECHNOLOGIE.....	126
ANNEXE 8 – AUTEURS AVEC AU MOINS 10 BREVETS	128
ANNEXE 9 – ARTICLE SCIENTIFIQUE PRÉSENTÉ À LA CONFÉRENCE DRUID ÉTÉ 2005.....	133

INTRODUCTION

Avec l'émergence des nouvelles grappes industrielles, naturelles ou artificielles, il peut être ardu pour une firme de bien comprendre et de bien évaluer son insertion au sein de l'une d'elles. En effet la co-compétition et la dynamique d'économie de marché relative à l'innovation technologique sont de plus en plus présentes.

En se basant sur les différentes sources de financement de la recherche et développement (R&D) et sur la propriété intellectuelle, nous désirons évaluer l'impact de l'implantation d'une entreprise de haute technologie au sein d'une grappe industrielle (biopharmaceutique) sur la performance des investissements en R&D. La connaissance des différents facteurs menant à la formation de grappes performantes nous rendra apte à définir les critères d'évaluation que devrait considérer une firme pour quantifier les effets de l'implantation au sein de ladite grappe.

Dans une dynamique économique et sociale, le modèle relationnel qui prônait un lien directeur entre l'évolution de la science fondamentale et celle de la technologie est de plus en plus jugé incomplet et même faux par de plus en plus de spécialistes. La relation entre la science et la technologie n'est pas réellement remise en cause, mais la direction de cette relation l'est. En effet, il semble de plus en plus évident que l'évolution de la science fondamentale et de celle de la technologie sont intimement liées et que ces deux dernières s'influencent mutuellement. On regarde désormais l'évolution des sciences et des technologies comme celle d'un réseau de relations entre inventeurs et utilisateurs. Ceci s'observe par la mobilité des chercheurs, la diminution de la redondance des projets de recherche au sein des grappes et l'accessibilité plus facile à l'information.

Nous aimerions, suite à une compréhension globale des facteurs pouvant influencer la recherche et le développement de nouveaux produits, être capable de cibler

lesquels de ces facteurs sont de première importance pour les firmes de R&D en biotechnologie.

En poursuite des recherches déjà effectuées par différents chercheurs, nous allons tenter de pousser plus en détail les éléments qui contribuent au développement des grappes industrielles de haute technologie dans les grands centres urbains au Canada. Nous concentrerons nos efforts sur la quantification et l'évolution des trois plus grosses grappes de biotechnologie au Canada, soit : Montréal, Toronto et Vancouver. Nous évaluerons la nature des réseaux de collaboration qui se retrouvent dans chacune des grappes.

Ceci permettra de faire ressortir les facteurs qui contribuent à la santé réelle et la croissance d'une grappe en biotechnologie. Les résultats de ce travail pourront être utilisés afin d'établir des politiques qui favoriseront l'épanouissement et le développement des entreprises en biotechnologie œuvrant au sein de grappes industrielles. Dans le chapitre un, nous réalisons une recension de la littérature pertinente à notre projet. Ensuite, dans le chapitre deux, nous présentons un portrait de l'industrie biopharmaceutique au Canada. Dans le chapitre trois, nous expliquons la démarche que nous avons suivie, notre protocole de recherche. Dans le dernier chapitre, le quatre, nous présentons nos résultats.

CHAPITRE 1 : RECENSION DE LA LITTÉRATURE

La localisation, l'influence et l'identification des grappes a été étudiées de manière relativement précise et efficace par plusieurs chercheurs. Certains ont même tenté d'expliquer leur dynamique de formation et leur niveau de performance d'un point de vue de l'innovation. Ce chapitre qui se veut un survol de cette littérature est organisé comme suit; dans la partie littérature pratique, nous verrons diverses méthodes employées pour tenter de modéliser les grappes; dans la partie littérature théorique, nous examinerons les fondements théoriques de la formation des grappes industrielles dans le domaine biopharmaceutique.

1.1 Nature, formation et mesure de la performance des grappes

Cette partie traite de recherches qui étudient la formation et la localisation de grappes industrielles. En particulier, les travaux des auteurs qui démontrent la place et l'importance des grappes industrielles dans nos sociétés modernes qui développent des méthodes pour quantifier cette importance ainsi que les différents facteurs liés à cette performance des grappes, seront présentés.

Plusieurs auteurs ont étudié l'industrie en général et ont observé des effets de grappes sans en mesurer les causes exactes. Nous en présentons ici quelques uns dont les travaux nous semblent plus significatifs et lesquels nous furent utiles lors de l'établissement de nos hypothèses de recherche. Beaudry (2001) observe que les grappes industrielles ne sont pas toujours favorables pour les firmes. Pour arriver à quantifier l'influence de celles-ci sur la productivité des firmes, l'auteure base ses études sur la nature des différentes industries. En effet, elle démontre que les firmes bénéficient de la présence d'entreprises œuvrant dans le même domaine à l'intérieur de la grappe industrielle où elle est située (effet de grappe positif). Par contre, les firmes œuvrant dans des domaines non connexes, semblent avoir un effet négatif sur la performance

d'innovation des firmes au sein de grappes industrielles données. Comme mesure de performance à l'innovation elle utilise le nombre de brevets produits par une firme. Plus une firme dépose de brevets, plus elle est productrice du point de vue de l'innovation technologique. Elle démontre aussi que les grappes favorisent l'entrée de nouvelles firmes sur le marché.

Beaudry et Breschi (2003) démontrent que la seule présence d'une entreprise au sein d'une grappe n'est pas garant de sa performance sur le plan de l'innovation. Leur étude, basée sur le nombre d'enregistrements de brevets européens des firmes d'Italie et du Royaume-Uni, établit que pour qu'une agglomération ait des effets positifs sur la production d'innovations technologiques d'une firme, cette agglomération doit être performante en elle-même. Une entreprise ne tirerait aucun effet positif à s'installer au sein d'une grappe où les entreprises sont peu performantes ni de s'installer au sein d'une grappe dont les domaines prédominants sont non connexes à celui de la firme. Nous pourrions nous interroger à savoir si la synergie nécessaire à la création d'effet positif au niveau de la firme ne pourrait pas provenir des réseaux de chercheurs.

Swann (1994) montre l'importance de bien mesurer et quantifier la recherche et développement dans les entreprises. En effet, Swann révèle que la R&D est le moteur économique des régions industrielles. Il utilise pour démontrer ceci différents indicateurs tels que les dépenses en R&D, les brevets déposés ainsi que des références aux citations de travaux scientifiques. D'autres auteurs ont utilisé la bibliométrie des brevets pour mesurer l'innovation : Archibugi (1992) étudie le lien entre les brevets et l'innovation technologique, soit la valeur de ceux-ci comme indicateur de la performance de cette dernière. Il montre que de par la nature diverse des brevets il est difficile de se baser uniquement sur ceux-ci pour évaluer l'impact d'une innovation. Il suggère de jumeler ce facteur avec au moins la valeur des dépenses en R&D. Il montre que l'étude des citations de brevets est plus appropriée, car elle permet de cibler les innovations utilisées

ou référentielles. De plus, elle est utile lors de l'identification de grappes industrielles et peut aussi aider à la compréhension du processus d'innovation.

Dans un autre ordre d'idées, Malerba *et al.* (2001) démontrent que les effets oligopolistiques et la dominance d'un nombre restreint de firmes ne peuvent pas toujours être évités par des interventions de l'État, c'est-à-dire soit par des lois anti-trust ou par des politiques favorisant le libre marché. Plus les bénéfices à rendement croissant (externalités positives ou *increasing return*) sont grands pour les consommateurs, plus les effets d'ancrage de ceux-ci sont grands pour les entreprises et plus les chances de réussite des politiques interventionnistes de l'État sont minces. Les auteurs croient que des politiques visant à établir une grande grappe industrielle ont plus de chance d'être couronnées de succès si le secteur présente peu ¹d'externalités ou de bénéfices à rendement croissant.

L'effet de l'emplacement géographique des entreprises sur l'innovation technologique a été spécifiquement étudié par Frenken (2002). Son étude démontre que le développement régional (ou les grappes industrielles) est moins présent aux États-Unis que par le passé. De plus, Frenken note que la présence de grappes industrielles est moins forte dans l'industrie aéronautique que dans le domaine des biotechnologies. Un classement par nombre et par localité de publications scientifiques est à la base de sa méthodologie.

Cooke (2002) traite des effets que les petites firmes de biotechnologie ont eu sur le marché ainsi que sur l'équilibre entre celles-ci et les méga entreprises du domaine pharmaceutique. En effet, il montre que l'émergence des petites et moyennes entreprises de biotechnologie a transformé le visage géographique des centres de recherches. Il

¹ **Externalité** : Effet économique externe, négatif ou positif, créé par l'inefficience du marché dans certains cas comme lors d'évaluation de coûts sociaux versus coût économique.

relate les différences entre la recherche réalisée avec des capitaux publics versus celle réalisée à l'aide de capitaux privés. Le désintérêt pécuniaire dans la recherche publique a amené une grande accumulation de savoir et de connaissances qui s'avèrent aujourd'hui utiles et même vitales à de grandes entreprises. Il explique donc, en partie, la vague d'acquisitions et d'alliances réalisées par les multinationales de la pharmacie par le riche bagage de connaissances développées par les sociétés financées par des fonds publics. Cooke démontre que les anciennes grappes qui étaient davantage basées sur la proximité du marché et donc très près des grandes métropoles cèdent maintenant la place à de nouvelles grappes basées sur la proximité des centres de recherche publics et des universités.

Certains auteurs identifient certains facteurs qui contribuent à générer une grappe : les suivants voient la science fondamentale et la recherche comme principal facteur attracteur de firmes. Niosi et Bas (2001) démontrent l'importance des laboratoires de recherche gouvernementaux et des universités dans l'établissement de grappes industrielles. Ils prouvent qu'au Canada la taille des grappes industrielles en biotechnologie est relativement proportionnelle à la taille du bassin de population de la ville hôte de la grappe. Ceci est dû à la taille du marché immédiat et à la capacité de financement. Ils observent qu'après avoir enlevé le facteur population, la présence de gros laboratoires de recherche universitaires est le principal facteur d'attraction des entreprises grâce à la qualité et à la diversité de la recherche qui y est effectuée. En effet, les grappes se basent autour des centres de recherches pour bénéficier des retombées de leurs recherches. Par contre, ce phénomène n'est pas observable pour des industries plus matures comme l'aéronautique : la présence de grandes entreprises a alors plus d'impact sur l'attraction de plus petites entreprises, souvent à titre de fournisseurs. Malerba et Orsenigo (2001) prouvent qu'il était pratiquement impossible de modéliser les effets à long terme ainsi que la dynamique des grappes et de la structure du marché relatif à la R&D dans le domaine pharmaceutique. Ils appuient la prémisse selon laquelle la science est l'architecte de la colonne vertébrale de la R&D dans le domaine de la

biopharmaceutique. Cette relation est intéressante étant donné la nature très scientifique de la recherche dans ce domaine. La dynamique existante entre la recherche privée et la recherche publique colore aussi le tableau. Cet article modélise les relations entre la compétition et la coopération entre les différentes compagnies. Les résultats de leurs modélisations montrent que l'augmentation de la demande et l'augmentation des possibilités technologiques ont le même effet sur la R&D, mais ont un effet différent sur la concentration. En effet, plus la demande augmente, plus la concentration augmente alors que les opportunités technologiques la diminuent. Aussi, une augmentation dans la protection de la propriété intellectuelle augmente la concentration, mais diminue la R&D. Les dernières conclusions de leur modélisation montrent que l'augmentation des coûts de R&D amène une augmentation de la concentration, mais diminue la qualité de R&D alors que l'augmentation des délais d'approbation des médicaments diminue également la qualité de la R&D en plus d'en diminuer l'ampleur.

Il existe toutefois d'autres théories sur la nature des facteurs déterminants à la création de grappe. En effet, à l'opposé de Niosi et Bas (2001), Feldman (2002) croit que la fondation d'une grappe repose sur certaines grandes firmes. Elle démontre l'importance de la localisation, et apporte des précisions sur l'existence des externalités de connaissances positives et comment elles affectent la localisation régionale des firmes et entreprises de biotechnologie. Elle développe une théorie selon laquelle les firmes existantes servent d'ancres et favorisent l'établissement de nouvelles firmes en fournissant une expertise technique, une connaissance des applications spécifiques desdites technologies et évidemment une connaissance approfondie du marché qui peut servir de référence pour les autres firmes. Elle montre aussi que les firmes ancres bénéficient également beaucoup de l'arrivée des petites firmes émergentes, car celles-ci amènent de nouveaux horizons; donc que la viabilité de toutes les entreprises est intrinsèquement liée. La comparaison avec un centre d'achat est très évocatrice du concept de firmes ancres et comment celles-ci attirent les plus petites entreprises à venir s'établir dans la même grappe. Elle modélise également la création de grappe et montre

que les villes ayant des entreprises ancrées sont plus susceptibles d'assister à la création de grappes. Elle montre également que les firmes établies dans des grappes connexes à leurs domaines sont plus susceptibles d'avoir un meilleur taux de performance de leur R&D.

Autant-Bernard *et al.* (2002) croient que la construction naturelle ou artificielle des grappes repose sur une combinaison des deux théories expliquées précédemment. Ils mettent en relief les déterminants de la dynamique économique d'une grappe et l'importance des facteurs régionaux dans l'établissement de celle-ci. Ils ont développé un modèle empirique sur la base de plusieurs facteurs et utilisant cinq sources de données. Ils ont fondé leur modèle sur quatre critères fondamentaux : les caractéristiques de la recherche du secteur public dans chacune des régions, les caractéristiques de la recherche du secteur privé dans chacune des régions, les caractéristiques du marché de chaque région et les caractéristiques de l'organisation scientifique de chacune des régions. À l'aide des bases de données sur toutes les régions de France concernant les entreprises de biotechnologie ils ont quantifié leurs critères de bases et obtenu des informations sur la nature des relations entre les entreprises. Leur étude ainsi que leurs observations permettent d'arriver aux résultats suivants : les entreprises de biotechnologie sont situées près des centres de recherches publics ainsi que près des grandes entreprises de recherche qui produiront potentiellement beaucoup d'externalités positives de connaissance. Les échanges et la collaboration entre les différents intervenants d'une région sont essentiels au développement des entreprises. Cet effet est particulièrement présent au niveau des entreprises en démarrage (start-up). La spécialisation d'une région dans un domaine de connaissance peut faciliter l'établissement de celle-ci sur le marché. Plus le marché est large, plus nous verrons l'apparition d'entreprises en démarrage (start-up) et le nombre de celles-ci sera grand. Contrairement, plus l'intensité de la compétition sera grande, moins il y aura de nouvelles entreprises. Ils ont aussi relaté l'effet positif du co-financement public/privé sur la création de propriété intellectuelle. Leur conclusion majeure est cependant la

démonstration de la nécessité d'avoir une bonne organisation structurelle afin de promouvoir la diversité de la recherche, de faciliter et encourager l'établissement de relations et coopérations entre divers acteurs et finalement afin de favoriser les échanges entre les producteurs et les utilisateurs. En effet, ils montrent (comme l'avaient d'ailleurs déjà fait de manière plus succincte avant eux Beaudry et Breschi) que la diversité des compétences scientifiques disponibles est plus importante pour la grappe que le seul financement public/privé. En conséquence, le seul fait d'appartenir à une grappe ne garantit pas le succès.

Le processus de formation des grappes industrielles est observé par Prevezer (1995). Elle identifie les différentes forces d'attraction qui amènent les compagnies pharmaceutiques américaines à s'intégrer à une grappe. Son étude, basée sur un modèle mathématique caractérisant l'entrée de nouvelles firmes, mesure le degré d'attraction de ces firmes aux grappes déjà existantes. Son modèle, comme plusieurs autres, utilise une base de données de compagnies qui lui permet de modéliser l'entrée et la sortie (fermeture) de firmes. Ceci lui permet d'identifier les raisons qui rendent les grappes intéressantes aux yeux des nouvelles firmes et de constater les secteurs qui attirent les entreprises de différentes sous-industries. Prevezer montre que le principal effet attractif est la présence d'une forte base scientifique. De plus, elle montre que les effets positifs des grappes sont plus présents dans certains domaines que dans d'autres. Ceci implique qu'il y a moins d'interactions entre les entreprises dans ces secteurs et qu'elles ont donc moins la propension au regroupement en grappe.

L'importance du rôle de la grappe industrielle dans le développement économique d'une région dans un domaine bien spécifique est la cible du travail de Waluszewski (2004). Cette importance provient selon l'auteur en grande partie du réseau d'échange d'informations intrinsèques aux grappes de haute technologie. En effet, la diffusion et les retombées de l'information sont certaines des raisons majeures qui expliquent la meilleure performance des entreprises oeuvrant au sein d'une grappe

innovante. Pour arriver à quantifier la façon dont les entreprises co-évoluent au sein de la grappe, Waluszewski utilise un outil déjà développé ²qui consiste à considérer la situation technologique, sociale et économique actuelle d'une entreprise comme étant le résultat de ses interactions avec les autres compagnies. Avec cet outil, l'auteur tente de retracer le chemin qui mena la région d'Uppsala (Suède) à devenir une des grandes grappes émergentes en biotechnologie au monde.

Beaucoup d'auteurs étudient les effets qu'ont les grappes sur la performance de la création d'innovations technologiques. Archibugi *et al.* (1991) démontrent que beaucoup d'innovations techniques sont réalisées et enregistrées par des firmes n'ayant pas de département de R&D. Les auteurs ont donc voulu cibler les sources de connaissances techniques qui menaient à la création d'innovations à l'intérieur d'une entreprise. Il a été démontré que ces sources varient beaucoup en fonction des secteurs, plus qu'en fonction de la taille des entreprises. Leurs résultats montrent que les firmes de plus petite taille semblent avoir un meilleur potentiel novateur que les plus grandes. D'après leur classification, les auteurs suggèrent que l'intensité de la tendance pour les firmes à avoir une politique favorisant l'innovation dépend surtout du secteur propre à celles-ci et de la taille de celles-ci.

La répartition géographique des brevets est étudiée par Marjolein (1997) afin de montrer la valeur et l'importance des grappes industrielles comme élément favorisant la distribution des connaissances et l'utilisation de celles-ci par de tierces parties. Il différencie les grappes industrielles innovantes, qui produisent beaucoup d'innovations technologiques, de celles qui sont manufacturières. Les zones innovantes sont moins nombreuses que les zones fabricantes et dans une perspective de favorisation de l'innovation, il suggère de stimuler économiquement les alentours géographiques des

² Hakansson et Waluszewski (2002)

grappes afin que les entreprises qui s'y trouvent puissent mieux profiter des retombées des innovations technologiques dues aux grappes.

Bottazzi et Peri (1999) montrent bien dans leurs travaux que pour bénéficier des effets positifs des grappes industrielles technologiques, une entreprise doit être située, soit dans la grappe, soit près de celle-ci. Les auteurs étudient les retombées temporelles et géographiques des grappes en se basant encore une fois sur la provenance des brevets européens. Ces localités permettent de créer des unités d'observations qui peuvent être associées à des grappes innovantes. Ces unités sont comparées sur la base de la quantité de brevets produits en fonction des efforts apportés et de la quantité de connaissances disponibles pour ces firmes. Ces efforts sont majoritairement les dépenses en R&D que les firmes réalisent. Les principaux résultats auxquels arrivent les auteurs sont que le retour sur l'investissement lors de la création d'innovations technologiques est positif et qu'il existe donc un fort lien entre le fait de breveter, le bagage d'innovation passée et la force innovatrice dans une même région.

Breschi (1998) montre lui aussi la plus forte tendance à se regrouper en grappes pour les entreprises innovantes que pour les entreprises manufacturières. Il tente de comprendre l'arrangement spatial des entreprises innovatrices en se servant (comme Bottazzi et Peri (1999), Marjolein (1997), Archibugi (1992), et Archibugi *et al* (1991)) des brevets et d'autres indicateurs économiques comme moyen pour la base de son modèle empirique. Il étudie également les différentes configurations d'agglomération en fonction du secteur d'activité. Ses conclusions montrent que les grappes innovantes technologiques (particulièrement dans le secteur de la chimie) ont tendance à être créées dans un pôle technologique entouré par un environnement non innovant. De plus, la tendance à l'interrelation entre firmes italiennes serait plus faible au sein des grappes industrielles manufacturières.

Une première étude empirique sur les relations entre le commerce interrégional et la performance au niveau innovation technologique de la part des entreprises est réalisée par Breschi et Palma (1999). Cette étude se base sur deux bases de données distinctes : une contient la quantité d'échanges commerciaux pour l'Italie et une autre reflète l'activité de recherche et développement par les brevets émis en Italie. Ils montrent donc que les effets de proximité et de localisation géographique semblent avoir un impact positif sur la quantité d'échanges interrégionaux réalisés, mais que la force de ces externalités varie en fonction du domaine et du secteur d'activité des firmes.

Feldman et Audretsch (1999) vérifient laquelle des deux théories entre la spécialisation et la diversification mènent le plus souvent au développement de nouvelles technologies et à la croissance économique de la zone géographique supportant la théorie. Pour arriver à réaliser cette étude, les auteurs utilisent une base de données sur l'annonce des nouveaux produits technologiques aux États-Unis (*SBIDB*)³. Cette base de données a la particularité d'identifier l'implantation de l'innovation au sein des firmes, ceci permet de bien comprendre et quantifier les répercussions au sein des entreprises des découvertes scientifiques. L'étude des auteurs permet, entre autre, de classer les villes au niveau du ratio d'innovations produites par habitant et de classer les villes par degré de spécialisation. Ceci leur permet de constater qu'il est plus avantageux, d'un point de vue de production d'innovation technologique, d'avoir des activités de recherches scientifiques diversifiées dans des domaines connexes et complémentaires que de concentrer ses efforts dans un seul domaine.

L'importance de la disponibilité de la main-d'œuvre est fondamentale au bien être économique des grappes industrielles. L'idée que des mouvements massifs de populations éduquées, à la recherche de milieux de vie représentant mieux l'ensemble de leurs valeurs morales et de leur style de vie puissent exister, amène les centres urbains à

³ United States Small Business Administration's Innovation Data Base

réaliser l'importance de prendre en considération ces valeurs. Certains auteurs étudièrent donc les facteurs sociaux qui favorisent ces mouvements de populations instruites. Il est intéressant de faire un parallèle entre ces facteurs sociaux qui touche la main d'oeuvre et notre définition géographique de la grappe.

Un portrait précis des éléments qui permettent de voir la naissance et la croissance d'une grappe est tracé par Wolfe et Gertler (2004). Ces éléments amènent des économies liées à la proximité et l'agglomération des installations utiles, mais permettent surtout aux entreprises de bénéficier plus efficacement de la diffusion du savoir inhérente à la dynamique de la grappe. Comme le savoir est une information compliquée à transmettre, la proximité est un facteur important pour permettre sa diffusion. La proximité d'acteurs publics ou privés importants, œuvrant dans le même domaine que la firme en question, est donc un atout de qualité dans la recherche du développement ou de l'acquisition de nouvelles connaissances techniques. Les auteurs étudient l'évolution des grappes au Canada en mettant de l'avant divers indicateurs comme le rôle du capital de risque, la nature de l'apparition de la grappe (intentionnelle ou accidentelle), la taille et la composition des grappes. Les auteurs mesurent aussi l'attractivité des grappes envers le talent (le talent étant ici défini par les chercheurs et firmes performantes). La plus grande valeur ajoutée d'une grappe pour eux est la concentration d'une classe de travailleurs qualifiés disponibles. Cette valeur ajoutée est d'autant augmentée par la présence d'universités locales qui constituent une base de connaissances disponibles au public, produisent des ressources humaines compétentes et favorisent le développement d'essaimage et d'entreprises de démarrage.

Gertler et Vinaudrai (2004) démontrent que les universités sont réellement au centre de la production de connaissances et qu'elles ont un rôle primordial à jouer dans la capacité des régions à attirer et à conserver les chercheurs talentueux. Les universités, en plus d'attirer de prestigieux chercheurs, favorisent les collaborations entre les firmes et facilitent la transmission de connaissances entre les différentes grappes. Le milieu

social et la vitalité culturelle d'une ville sont aussi des facteurs qui peuvent influencer les chercheurs à s'installer dans une ville. Les auteurs utilisent plusieurs facteurs (provenance des étudiants, quantité d'étudiants étranger, provenance des chercheurs, provenance des professeurs et le temps nécessaire à l'intégration sociale des étrangers) pour quantifier l'ouverture sur le monde d'une ville, sa tolérance et sa diversité. Les auteurs croient que cette tolérance et cette richesse culturelle rendent la ville beaucoup plus attrayante pour les chercheurs étrangers, ceci serait donc, pour la ville en question, un avantage compétitif durable pour créer une grappe de haute technologie.

Le rôle de la nouvelle classe de travailleurs créatifs et l'importance de l'impact de cette classe sur les centres urbains est expliqués par Florida (2002). Il a développé un index de créativité, basé sur la tolérance, qui index comporte quatre facteurs : le pourcentage des travailleurs faisant partie de la classe créative, le ⁴*Milken Institute Tech pole Index*, l'innovation (mesurée par la production de brevet par habitant) et finalement la diversité mesurée par le ⁵*Gay Index*. Comme les destinations touristiques doivent s'adapter aux besoins et désirs des touristes si elles veulent survivre, les centres technologiques actuels (ou en devenir) doivent s'adapter aux besoins et aux désirs de la classe créative.

Wolfe (2004) montre que le transfert de savoir faire depuis les universités vers les entreprises est très localisé et est souvent limité aux réseaux de collaborations et de contacts des universités. Le développement de ces réseaux est directement lié au financement des projets de recherche des universités par le gouvernement. Ce financement permet en effet aux universités de faire des affaires avec des entreprises de haute technologie privées. L'auteur démontre que le financement de la recherche par le gouvernement a pour conséquence d'attirer les meilleurs chercheurs au niveau mondial qui formeront ensuite d'excellents étudiants chercheurs.

⁴ Mesure le degré de haute technologie

⁵ La concentration en pourcentage de gays et lesbiennes au sein d'une société ou d'une communauté

Nous ressortons de cette première partie de notre recension de littérature une définition de ce qu'est une grappe industrielle. Cette définition, bien qu'axée sur la localisation géographique, n'exclue toutefois pas complètement l'avènement de synergies et de collaborations entre des firmes sans proximité géographique. La grappe constitue donc l'environnement géographique des firmes et regroupe en plus des entreprises qui collaborent les fournisseurs et les sous-traitants. Dans notre mémoire nous tenterons de déterminer l'influence de la proximité géographique sur la collaboration.

1.2 Réseaux, échanges et collaborations entre les firmes dans les grappes

L'importance de l'innovation au sein des grappes industrielles identifiée par l'analyse de la littérature de la section précédente nous amène à considérer plus en détail les auteurs de ces innovations au niveau de la structure des réseaux de chercheurs.

Une des caractéristiques clefs des grappes est la qualité des réseaux de chercheurs qui y travaillent. Nous définissons la qualité du réseau de chercheurs en fonction du nombre de scientifiques étoiles (*Star Scientist*) qui y travaillent, du nombre d'interactions entre ceux-ci et du nombre de partenariats public/privé auxquels ils participent. Cette définition de scientifique étoile varie de celle suggérée par Olivier (2004) et de celle proposée par Zucker et Darby (1996), mais nous croyons qu'elle sied mieux à notre dessein que les leurs. En effet, comme nous avons uniquement considéré une partie des brevets, il serait imprécis d'utiliser le nombre de citations (comme le font Zucker et Darby (1996)) comme critère de base à la définition de chercheur étoile.

Nous allons maintenant traiter des travaux de différents chercheurs qui ont étudié les échanges de connaissances entre les firmes et ce, à tous les stades du développement de nouveaux produits.

L'importance de la collaboration entre les firmes, particulièrement entre celles œuvrant dans le domaine de la biotechnologie fut démontrée par Chiesa et Toletti (2004). En effet, avec l'accroissement de la demande pour les nouvelles biotechnologies, les firmes doivent collaborer afin de profiter de l'expertise déjà disponible et ainsi diminuer les efforts non fructueux. Ceci permet d'accélérer le rythme de production d'innovations technologiques. Ils ont basé leur recherche sur un modèle empirique construit sur 27 différentes entreprises ou institutions de biotechnologie provenant de différents milieux : du monde pharmaceutique à l'agroalimentaire et passant par des laboratoires de recherche universitaire. Une autre des raisons majeures qui "forcent" les compagnies à collaborer est la quantité et la diversité impressionnante des connaissances et des technologies nécessaires à la production d'innovations dans ce secteur. Les auteurs démontrent que la collaboration entre les entreprises agroalimentaires et pharmaceutiques provient en partie du fait qu'il est beaucoup plus facile de faire accepter un organisme génétiquement modifié (OGM) comestible si la modification génétique est bénéfique à la santé de l'être humain qui le consomme. Il est aussi démontré que quelle que soit la raison qui a poussé deux (ou plus) entreprises à collaborer, il est probable que cette collaboration se poursuive au delà de la phase initiale prédéterminée et possiblement jusqu'à la fin du processus de développement. Quelques problèmes surviennent généralement de la collaboration de différents organismes, car souvent ceux-ci ont des objectifs différents. Les collaborations entre les universités et les entreprises privées mènent souvent à d'épineux questionnements sur le choix de publier ou de breveter. Des difficultés similaires sont aussi rencontrées dans le management du développement. Finalement, pour déterminer la nature du partenariat entre entreprises, il suffit souvent de vérifier la nécessité d'une entreprise pour les services d'une autre, soit l'interdépendance des firmes. Les compagnies pharmaceutiques ont besoin des hôpitaux pour développer des utilisations cliniques de la biotechnologie et pour pousser l'utilisation de leurs médicaments. Il serait instructif d'observer la quantité de collaborations entre chercheurs universitaire et chercheurs d'entreprises privées qui ont débouchées sur des innovations. Bien que nous

n'examinions pas cette distinction en détail dans notre mémoire, cette question reste très intéressante.

Murray (2002) a étudié les interactions entre les réseaux de chercheurs et les réseaux de création de technologie. Elle montre l'importance de ces interactions grâce à un savant travail de bibliométrie. Les idées qui mènent à des brevets sont souvent citées dans des articles scientifiques, ceci permet d'en retracer la provenance, les auteurs et les inventeurs. Ces résultats montrent que bien qu'il existe deux réseaux distincts, (scientifiques et technologiques) ils s'entrecroisent beaucoup. Ces entrecroisements se retrouvent surtout dans la consultation et l'obtention de licences. Ces travaux mènent à la conclusion que même si l'évolution des sciences fondamentales et de la haute technologie se fait grâce à deux réseaux différents, ceux-ci suivent une évolution étroitement liée. Ces deux réseaux accomplissent la tâche de diffuser l'information et le savoir. Zhao et Logan (2002) démontrent que de plus en plus de chercheurs publient leurs travaux directement sur internet. Contrairement aux médias papiers, le web permet une diffusion plus universelle et plus rapide de l'information. Bien que l'étude des citations de ces articles et documents soit une source de données pour analyser l'utilisation et la diffusion de l'information, l'utilisation d'internet comme base de données permet d'avoir une meilleure idée de la structure des réseaux de « distribution » de l'information et de communication employés par les chercheurs.

Balconi *et al.* (2003) réalisent une étude quantitative sur la distance sociale qui différencie la recherche publique de la recherche privée. Cette étude fait ressortir quelques caractéristiques sociales des réseaux de contacts propres auxdites recherches. Les auteurs montrent que les réseaux de la recherche privée semblent être moins développés et moins vastes, alors que ceux des universitaires semblent plus étendus et possèdent de plus longues ramifications. Ce phénomène serait dû à la tendance qu'ont les chercheurs du domaine public à publier le résultat de leurs recherches. Ceci favoriserait beaucoup plus le transfert de connaissance et de technologie. Ce phénomène

est d'autant accentué que les auteurs étudient l'importance de la proximité géographique dans ledit transfert.

L'activité innovatrice au sein des grandes multinationales fut étudié et analysé par Howells (2000). Il regarde de plus près les façons utilisées par celles-ci pour transmettre l'information à l'intérieur de l'entreprise. Les grandes entreprises utilisent de plus en plus des méthodes dites plus douces, comme l'intégration de chercheurs étrangers pour transmettre cette information à différents niveaux de leur entreprise. Les stratégies de gestion de la R&D utilisées par les entreprises sont un sujet de recherche très d'actualité : Howells montre que les entreprises ont négligé le transfert des technologies du savoir au sein de leurs relations internationales : elles ont favorisé le transfert des technologies dites « dures » comme les technologies manufacturières.

Hu et Jaffe (2003) étudient les citations faites par des chercheurs de la Corée et de Taiwan pour mesurer la diffusion de la connaissance scientifique. Ils ont réalisé que même si la Corée et Taiwan sont deux pays récemment industrialisés et qu'ils ont tous les deux atteint des niveaux technologiques très enviables, les deux pays n'ont pas eu les mêmes sources d'informations pour y parvenir. Les deux sources d'information principales furent les États-Unis et le Japon. La nature principale des technologies de la Corée est très près de celles du Japon; la proximité technologique entre ces deux pays est beaucoup plus grande que celle entre la Corée et les États-Unis. Cette proximité technologique favorise grandement la citation et l'utilisation de l'information : donc de la diffusion de l'information technologique. Hu et Jaffe concluent donc que la probabilité de voir une technologie être diffusée (ici les auteurs ont mesuré la diffusion technologique par la citation) est grandement augmentée par la proximité technologique du milieu. Il serait pertinent de se poser la question à savoir si cette observation est aussi valable pour les brevets. Dans le cas échéant, nous pourrions observer la diffusion géographique de l'information par l'entreprise des réseaux de collaboration.

L'importance des scientifiques de « pointe » dans l'émergence et la production de nouvelles technologies en biotechnologie fut démontrée par le travail de Zucker et Darby (1996). Les meilleurs scientifiques ont eu pour effet indirect de centraliser les sujets de recherches autour des leurs et de déterminer les applications potentielles des produits développés. Les scientifiques dénommés de « pointe » (ceux ayant contribué au plus grand nombre de publications pertinentes) se retrouvent souvent dans les universités, ce qui pousse les firmes à s'établir près de celles-ci pour bénéficier de la diffusion de savoir produit par ces chercheurs. Les études de Zucker et Darby démontrent que la probabilité qu'un scientifique pris au hasard dans le bassin de chercheurs produise une innovation qui offrira un retour suffisant pour couvrir ses frais de recherche et de développement est grandement inférieure à celle de voir un scientifique de « pointe » la développer. Les auteurs avancent que nous pouvons donc considérer comme une plus value, un ajout à la valeur des découvertes scientifiques, la localisation géographique d'une entreprise et la proximité de celle-ci aux universités et centres de recherche universitaires locaux. En effet, pour les découvertes plus complexes, nous devons considérer le savoir comme prisonnier de petits groupes constitués des principaux chercheurs. Sans leur « implication », la diffusion de la connaissance est extrêmement difficile, particulièrement dans le domaine des biotechnologies, puisque beaucoup de travail est fait en laboratoire et l'information se transmet moins bien depuis un lieu clos et confidentiel comme un laboratoire. Encore une fois, les liens entre les universités et les entreprises sont donc essentiels à la diffusion efficace des résultats de la R&D. Les auteurs font ressortir la localisation géographique des concentrations de chercheurs vedettes et établissent une corrélation avec la capacité de ces régions à avoir créé des bonnes relations d'échanges d'information entre les entreprises et les universités. Les auteurs constatent aussi l'importance des scientifiques de « pointe » dans la réussite économique et technologique d'une région. Il serait intéressant de pousser le travail effectué ici et de vérifier si les réseaux auxquels participent les chercheurs de pointe sont différents des autres. Si l'organisation des collaborations est géographiquement différente?

Il serait intéressant de savoir où sont situés ces chercheurs étoiles et de vérifier s'ils sont au cœur des grands centres industriels. Autio *et al.* (2004) ont décrit le mécanisme selon lequel les grands centres scientifiques génèrent des retombées de connaissances dans l'économie avoisinante. Ils décrivent le réseau social des inventeurs, le capital social des entreprises et les relations inter-organisationnelles. Ils font donc ressortir l'importance fondamentale des grands centres dans la distribution et la propagation de l'innovation technologique et des avancements de la connaissance à travers de la communauté scientifique. Il serait intéressant pour notre travail de recherche de localiser les concentrations de chercheurs étoiles, de voir si ces concentration se retrouve dans nos grands centres scientifiques : nos grappes.

Zucker *et al.* (1998) rapportent l'importance des liens entre les chercheurs et les succès de la commercialisation de produits de biotechnologie. Ils clarifient l'influence du rôle des chercheurs, des universités et des instances gouvernementales dans le processus de développement de nouveaux produits et leur commercialisation. À l'aide d'études empiriques, ils montrent la nécessité de créer des réseaux d'inventeurs pour valoriser la création de valeur intellectuelle et font ressortir le lien étroit entre la localisation du capital humain et la création d'entreprises de haute technologie. Les auteurs donnent un nouveau sens à la diffusion de l'information scientifique en définissant le rôle des chercheurs clefs au sein des entreprises et des universités.

Olivier (1998) a développé une méthodologie pour étudier les relations et les réseaux d'échange d'information entre les différentes firmes. En effet, Olivier tente de cartographier les réseaux d'échanges d'information en haute technologie et ceux de collaboration entre les entreprises du même domaine. Basée sur différentes variables, l'étude empirique de l'auteur démontre la dépendance des découvertes et des innovations envers les échanges d'information et indirectement envers les réseaux interentreprises. L'auteur trouve aussi que malgré la grande diversité des recherches en cours sur les réseaux de collaborations, il y a au centre de ces recherches un nombre

assez limité de théories. Finalement, la recherche de l'auteur démontre que même aujourd'hui, au sein de l'étude des réseaux et probablement au sein des réseaux eux-mêmes, nous sous-estimons les effets positifs que pourraient avoir une plus grande collaboration multidisciplinaire.

Olivier (2004) précise ces travaux précédents en définissant la dynamique des grappes industrielles afin de tenter de tracer une ligne entre la collaboration et la coopération pour les entreprises de biotechnologie. L'auteure met l'accent sur le fait que pour arriver à créer de l'innovation, il est fondamental que les entreprises soient capables de bénéficier de réseaux inter-organisationnels. Ceci amène un concept de compétition versus collaboration entre les entreprises, une dualité très complexe dans une économie de marché. L'auteure sépare le processus de création de valeur en trois parties, ces parties sont intimement liées au cycle de vie de l'entreprise : il y a des parties du développement de nouvelles technologies plus propice à la collaboration et d'autres qui le sont moins. En effet, lorsque les entreprises sont à l'étape d'exploration et tentent de développer du savoir plus général, elles ont besoin du réseau de collaboration et de partenariat et sont, de surcroît, bénéfiques à celui-ci en apportant certains résultats de recherches plus fondamentaux. Par contre, lors de l'étape de la commercialisation, les firmes développent des capacités et des connaissances qui leur seront d'avantages utiles. On qualifie de collaboration le co-financement de projets ainsi que l'intérêt commun pour un domaine sans toutefois qu'il y ait commercialisation du même produit. Les échanges entre les firmes qui collaborent sont souvent de longue durée et peuvent avoir lieu sur plusieurs projets différents. L'auteure remarque qu'il y a plusieurs niveaux de collaboration : en réalité, les firmes peuvent collaborer explicitement ensemble ou bien leurs chercheurs peuvent tacitement collaborer ensemble par de l'échange d'informations informelles. L'auteur montre que dans le cas spécifique de la biotechnologie, les échanges informels d'information entre chercheurs privés (de différentes entreprises) et chercheurs universitaires (de différentes institutions) sont très fréquents et seraient à la base de beaucoup d'innovation technologique. Ces

collaborations entre firmes mèneraient souvent à la fusion des entreprises pour des raisons de stabilité financière. L'auteure montre aussi que l'importance des externalités liées aux réseaux de collaborations est non négligeable. L'auteure croit toutefois que dans l'avenir (une fois que l'industrie des biotechnologies sera mature) le nombre des collaborations inter-firmes diminuera ainsi que la taille des réseaux de collaboration : ceci dû à la restructuration (fusions et acquisitions) de plusieurs entreprises collaboratrices. Cette théorie rejoint celles de Marjolein (1997) et de Breschi (1998) selon lesquelles les grappes innovantes sont plus denses et moins nombreuses que les grappes manufacturières. Il serait intéressant de voir si les entreprises ont plus de collaborations à l'étape de développement que lors de l'étape de commercialisation.

Le lien qui existe entre les citations de brevets et l'ensemble du développement de nouvelles sciences et technologies a été attentivement étudié par Verbeek *et al.* (2002). Ils démontrent la pertinence de bien comprendre le réseau d'échange d'information qui mène au développement de nouvelles technologies et de nouvelles connaissances. La compréhension de ce réseau permet de comprendre la nature des interactions entre les producteurs et les utilisateurs de connaissances. Cette perception du développement de la science justifie l'étude des références, car elles nous donnent de bonnes indications du « chemin » emprunté par l'innovation. Les auteurs remettent en question la direction du lien entre science et technologie, i.e. à quel point la science favorise-t-elle le développement de la technologie. En effet, avec les différents partenariats entre les universités et les entreprises il est difficile de répondre à ce corollaire classique. Les auteurs ont donc basé leur méthodologie sur les citations non relatives à d'autres brevets, ceci afin d'évaluer le poids de la science dans le développement technologique. Cette méthode permet donc de mieux comprendre les interactions entre la science et la technologie, les auteurs montrent d'ailleurs que cette interaction est plus forte dans certains secteurs, comme la biotechnologie. Toutefois, comme mentionné par Archibugi (1991), le brevet n'est pas la mesure idéale de l'innovation : la citation de brevet encore moins, car souvent les citations sont ajoutées

par l'examineur. Ceci leur enlève toute valeur pour nous aider à retracer le chemin de l'innovation. Pour cette raison, nous n'employons pas cette méthodologie.

Ramani et De Looze (2002) ont développé une méthode qui permet de comparer la production de savoir de deux entités différentes. Cette méthode s'inspire et se base sur l'information contenue dans les demandes de brevets. Cette méthode permet également d'identifier et de comprendre les différentes stratégies et positions des éléments comparés. Les outils développés par Ramani et De Looze peuvent aussi être très utiles pour comprendre les compétences technologiques d'un acteur.

L'utilisation des citations et des références contenues dans les brevets est le point de départ à l'analyse de la diffusion de l'information en biotechnologie par Malo et Geuna (2000). Ils tentent de clarifier la relation entre la science et la technologie en se basant sur l'étude de différents cas de production de nouveaux médicaments. Leurs conclusions appuient la théorie selon laquelle la capacité innovatrice d'un pays est intimement liée aux recherches fondamentales qui sont effectuées dans les laboratoires publics et les universités du pays. Les auteurs portent beaucoup d'attention aux méthodes combinatoires, i.e. les méthodes qui permettent d'augmenter la performance et la rentabilité de la R&D : en particulier la combinaison de la biologie et la chimie. Il est intéressant de faire un parallèle entre cette recherche et toutes les autres qui traitent de performance des réseaux de collaborations. Nous croyons que la capacité des réseaux de collaboration à augmenter la production d'innovation peut être liée à la proximité technologique des chercheurs. Notre base de données ne nous permet toutefois pas de classer les réseaux sur la base de leurs types d'innovations, toutefois ceci reste une avenue de recherche intéressante.

DaSilva (1998) étudie les liens et la collaboration entre les universités et les industries et tente de préciser l'impact de cette collaboration sur le développement de nouvelles technologies, particulièrement dans le domaine des biotechnologies. Pour leur

part, les universités collaborent en contribuant au transfert de technologie via des ressources humaines : soit par des étudiants diplômés très compétents, soit par des employés expérimentés. L'auteur montre que les principales raisons qui justifient de telles collaborations sont favorables aux deux parties. Les universités ont besoin de l'industrie pour trois raisons : Premièrement, il peut être difficile pour une université de disposer d'équipements lui permettant de passer de la découverte scientifique en laboratoire à celle de l'usine pilote. Deuxièmement, les chercheurs universitaires ont quelquefois de la difficulté à faire accepter leur domaine de recherche par la société (par exemple la recherche sur le clonage), alors qu'il peut en être autrement pour une entreprise privée. Finalement, le manque de fonds nécessaires, le coût et le risque associés aux prêts ainsi que la difficulté d'obtenir du capital de risque pour un essaimage universitaire favorisent également la collaboration université-industrie. Il y a aussi d'autres facteurs qui lient l'industrie aux universités : la rareté et le coût de chercheurs compétents et d'employés spécialisés se ressent dans l'industrie, il est en effet difficile pour une petite ou moyenne entreprise d'avoir des spécialistes compétents dans un large éventail de domaines. L'auteur montre finalement que, sur une échelle nationale, les pays ayant les plus fortes collaborations entre l'industrie des biotechnologies et les universités sont ceux qui obtiennent le plus grand retour sur l'investissement en recherche et développement.

La contingence des réseaux d'innovations et leurs impacts sur la R&D sont étudiés par Hausler *et al.* (1995). La coopération industrielle est de plus de plus considérée comme vitale à la survie d'une entreprise. Ceci amène à réaliser que les réseaux inter-firmes sont de véritables avantages compétitifs; des avantages concurrentiels durables qui peuvent permettre à une firme de se démarquer. L'absence de réseaux de collaborations est même vue comme une explication de la sous performance des pays qui n'en possèdent pas. Les auteurs concluent que le processus de collaboration suit les étapes suivantes : l'établissement d'un réseau de collaborations et d'échanges entre des scientifiques, des experts et des techniciens; la réalisation d'une

entente sur les termes de la collaboration entre les différentes parties; et finalement la collaboration elle-même qui peut s'étendre à plusieurs projets.

Suarez-Villa (2004) démontre que la biotechnologie est le secteur qui dépend le plus de la recherche et développement pour sa survie économique. Avec la montée des biotechnologies, nous assistons au développement de ce que l'auteur nomme l'écologie des réseaux de collaboration. Cette structure de recherche inter-firmes est essentielle à la survie de la plupart des entreprises de biotechnologie, due à la complexité, à la multidisciplinarité, au coût et à la grande incertitude liée à la nature même des recherches en biotechnologie. Suarez-Villa identifie plusieurs types de collaborations : l'alliance stratégique, la sous-traitance entre une grosse compagnie pharmaceutique et une petite entreprise de biotechnologie ainsi que les ententes entre les entreprises et les centres de recherches (publics, privés et universitaires). Tous ces types de collaborations sont issus de solutions aux problèmes auxquels font face les entreprises oeuvrant dans le domaine des biotechnologies. L'auteur tente de clarifier si la collaboration a un effet global positif ou négatif sur les firmes de biotechnologie, à l'aide d'une étude empirique sur les résultats de collaborations aux É-U. Généralement, les différentes formes d'alliances stratégiques s'avèrent très positives pour toutes les parties. La sous-traitance s'avère avoir un effet positif sur les firmes réalisant la R&D, par contre l'effet de donner en sous-traitance des tâches de R&D s'avère négatif pour les firmes qui réduisent ainsi leur capacité de recherche et leur indépendance. Néanmoins, si cette sous-traitance implique uniquement des tâches qui ne sont pas de la recherche, son effet est alors bénéfique aux deux parties. Avec nos données, nous ne pouvons malheureusement pas vérifier si tel est le cas pour la biotechnologie canadienne.

L'importante présence des géants de l'industrie pharmaceutique et le fait qu'elles soient de plus en plus disposées à s'impliquer au sein de réseaux de collaboration avec d'autres compagnies ou d'autres laboratoires est démontré par Herrling (1998). Ces collaborations permettent aux grandes compagnies d'avoir accès à de nouveaux produits

et de nouvelles technologies, d'avoir accès à de tout nouveaux domaines de recherche et aussi de pouvoir participer à des projets conjoints avec d'autres entreprises et de grands chercheurs publics. L'auteur note également que pour être favorables, les collaborations ne doivent pas représenter 100% des activités de recherche de l'entreprise, car ceci limiterait l'indépendance de l'entreprise et éliminerait la capacité interne d'évaluation de la R&D effectués ailleurs.

Cassier (2000) soulève l'importance de bien encadrer l'utilisation des découvertes résultantes de collaborations entre les universités et les firmes de biotechnologies. Ceci est selon l'auteur très important pour assurer le renouvellement du financement de la recherche publique. Aussi un encadrement légal lui semblerait nécessaire pour empêcher l'apparition de monopole privé qui contrôlerait la recherche en imposant une orientation.

Il est très d'actualité de remettre en question la participation du gouvernement à plusieurs projets sociaux et économiques. Aussi le financement de la recherche fondamentale par les fonds publics est constamment remis en question. Plusieurs auteurs dont Edwards *et al.* (2003) montrent l'importance de celui-ci au développement économique des entreprises privées et de l'économie du savoir. Ils démontrent que dans les collaborations publiques privées, souvent, les universités n'obtiennent pas leur juste part des revenus. L'aspect formation et recherche fondamentale de celles-ci rendent l'évaluation de cette situation au sein d'une grappe complexe. En effet, bien que le processus de commercialisation soit compliqué et ardu, l'idée première reste à la base de la découverte; cette étincelle innovante provient plus souvent qu'autrement des laboratoires publics. La question reste à savoir quelle part du gâteau devrait revenir aux universités et quelle part devrait aller aux entreprises privées qui complètent les découvertes publiques et les commercialisent. Vietor *et al.* (1995) amènent un débat important sur la pertinence du financement public de la recherche en biotechnologie. En effet, même si des études démontrent que ce financement est justifié économiquement et

que les projets rapportent même souvent des dividendes aux gouvernements, les auteurs s'interrogent sur l'éthique d'un tel financement. Il est clair que certains projets de recherche en biotechnologie vont à l'encontre des valeurs de plusieurs citoyens. Ceci amène certains scientifiques à se questionner sur la justification morale de financer ces projets de recherche à même les fonds publics.

L'utilisation des réseaux de collaborations et des connaissances tacites des chercheurs et des autres employés comme porte d'entrée au financement est une des explications du succès des entreprises oeuvrant au sein de grappes. Zucker *et al.* (1996), Saxenian (1994), Olivier et Liebeskind (1998) montrent l'importance des réseaux de collaboration sociale comme point de départ dans la recherche de financement. Nous pourrions tenter de vérifier s'il existe un lien entre le fait de collaborer avec des chercheurs étoiles, la collaboration aux réseaux performants et le fait de pouvoir disposer de financement. Le prestige et le renom des chercheurs étoiles aident-ils réellement la recherche de financement. Bien que nous n'abordions pas le sujet de la recherche de financement dans ce travail, il n'en demeure pas moins que c'est un sujet très important.

Trois nouveaux niveaux de collaborations propres à l'industrie des biotechnologies et de la pharmacutique sont définis par Olivier et Liebeskind (1998). Entre les nouvelles firmes émergentes de biotechnologie, entre les firmes pharmaceutiques établies et entre les universités. Ces réseaux de collaboration s'observent au niveau individuel des chercheurs au sein de l'entreprise, entre les chercheurs de différentes entreprises, mais également au niveau inter organisationnelles pour ce qui est de la gouvernance. Cette triple présence a permis, en plus de l'établissement d'une structure complexe de diffusion et de communication, l'anticipation de la percée sur les marchés des petites firmes grâce à l'association avec les géants de l'industrie pharmaceutique qui en collaborant à des projets déjà avancés et prometteurs voyaient leur niveau de risques réduit. La force d'une entreprise provient de

l'enchevêtrement de ces trois niveaux de collaborations. Les auteurs notent de plus fortes collaborations entre les petites firmes émergentes et les universités qu'entre les compagnies pharmaceutiques bien établies. Ceci s'explique en partie par le fait que les petites firmes ont une structure de recherche moins contraignante, qui permet à leurs scientifiques de publier leurs résultats et donc de collaborer avec des scientifiques universitaires. Cette tendance semble changer au fur et à mesure que les compagnies pharmaceutiques libéralisent leur politique d'exclusivité et de confidentialité. Les auteurs remarquent que ce qui a fait le succès des petites firmes de biotechnologie, l'intense collaboration entre ces chercheurs, semble s'apaiser avec leur croissance. Les rôles respectifs des universités, des firmes de biotechnologie et des grandes compagnies pharmaceutiques se définissent de plus en plus ainsi : les universités produisent, découvrent et développent des innovations technologiques en collaboration avec les petites firmes de biotechnologie qui elles poussent un peu plus loin le développement en collaboration avec les compagnies pharmaceutiques qui elles effectuent et financent les tests et la commercialisation des produits.

Powell *et al.* (1996) ont quantifié les liens et les relations qui existent entre les entreprises de biotechnologie et les entreprises pharmaceutiques. Les auteurs montrent que les centres de décisions en ce qui a trait à l'innovation se trouvent dans les réseaux d'information et non au sein de chacune des firmes. Ceci s'explique par la rapidité des changements et des évolutions dans le domaine. Pour réussir, les entreprises ne doivent pas seulement être efficaces dans leurs propres recherches, mais aussi avoir de très bonnes relations avec des partenaires externes afin de rester à l'affût de toute nouvelle découverte. Les auteurs utilisent des facteurs tels que l'implication financière (soit en R&D, soit en essais cliniques ou encore en production) sur des projets conjoints (entre des firmes ou des organismes), pour observer et quantifier les relations entre les différents agents. Souvent, la collaboration est spécifique à un projet, mais les auteurs notent des impacts positifs à long terme résultants de cette collaboration et de l'élargissement du réseau de l'entreprise. Les auteurs expliquent que le savoir faire est

réellement situé au sein des réseaux et non à l'intérieur des entreprises. Cet article est très important, car il renforce l'importance de l'étude des réseaux de chercheurs et leur impact sur les grappes industrielles. Nous pousserons cette idée plus loin en basant notre principale hypothèse de recherche sur le fait que les réseaux de collaboration sont favorables à la création d'innovation technologique et constituent donc un atout important pour les firmes. Si la grappe constitue l'environnement géographique des firmes, nous pouvons définir les réseaux de collaborations comme l'environnement technologique de celles-ci. En effet les réseaux de collaboration constituent le principal canal de diffusion de l'information et ne sont généralement pas concentrés géographiquement. La non proximité géographique des chercheurs ne serait donc pas une barrière à la collaboration.

Dans ce premier chapitre, nous avons rapporté les principaux écrits qui traitent de notre sujet de recherche : les grappes innovantes et les réseaux de collaboration de chercheurs. Ce chapitre est très important, car il établit les bases théoriques de notre mémoire. Nos hypothèses de recherche seront en continuité avec les travaux déjà réalisés dans le domaine.

CHAPITRE 2 : CONTEXTE DU CHAMP DE RECHERCHE

Dans ce chapitre, nous allons dépeindre la situation de la recherche en biotechnologie au Canada, ceci afin de mieux comprendre l'importance de celle-ci.

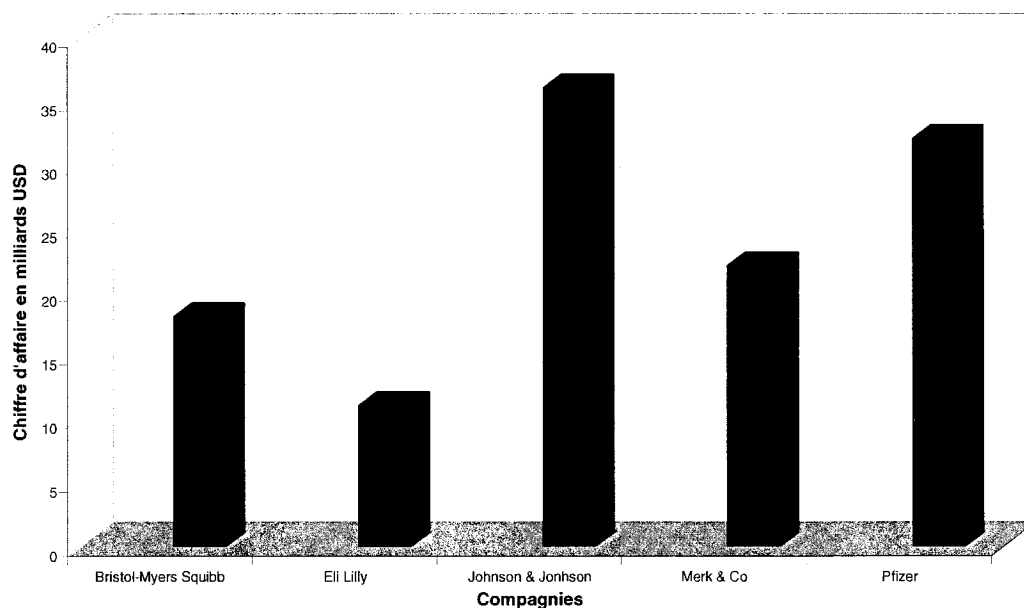
2.1 Profil de l'industrie biopharmaceutique

Le profil des entreprises œuvrant dans le domaine biopharmaceutique a beaucoup changé au cours des dernières années. En effet, nous pouvons observer l'émergence de plusieurs « petites » entreprises de biotechnologies qui viennent concurrencer les géants de l'industrie pharmaceutique. Bien que ces dernières disposent généralement de beaucoup plus de moyens financiers elles ne sont pas toujours aussi performantes que les entreprises de taille plus modestes qui sont spécialisées en biotechnologie.

2.1.1 Profil de l'industrie biopharmaceutique nord-américaine

Nous pouvons grossièrement séparer les entreprises nord-américaines en deux catégories. Les entreprises pharmaceutiques, celles que l'on qualifie généralement de géantes; les cinq plus grandes entreprises pharmaceutiques ont toutes plus de dix milliards de dollars de chiffre d'affaire. Nous en faisons une description plus bas. À l'opposé de ces entreprises, il y a les entreprises de biotechnologie, plus petites, mais plus favorisées par les investisseurs. La taille de celles-ci varie de très petite à très grande. Les dix plus grandes entreprises de biotechnologies ont un chiffre d'affaire d'environ un milliard de dollars américains, de presque six milliards de dollars américains pour la plus grande. Ces entreprises dépensent beaucoup plus en R&D par employé que les grandes entreprises de pharmaceutique. Le détail de la nature des entreprises de biotechnologie est présenté plus bas.

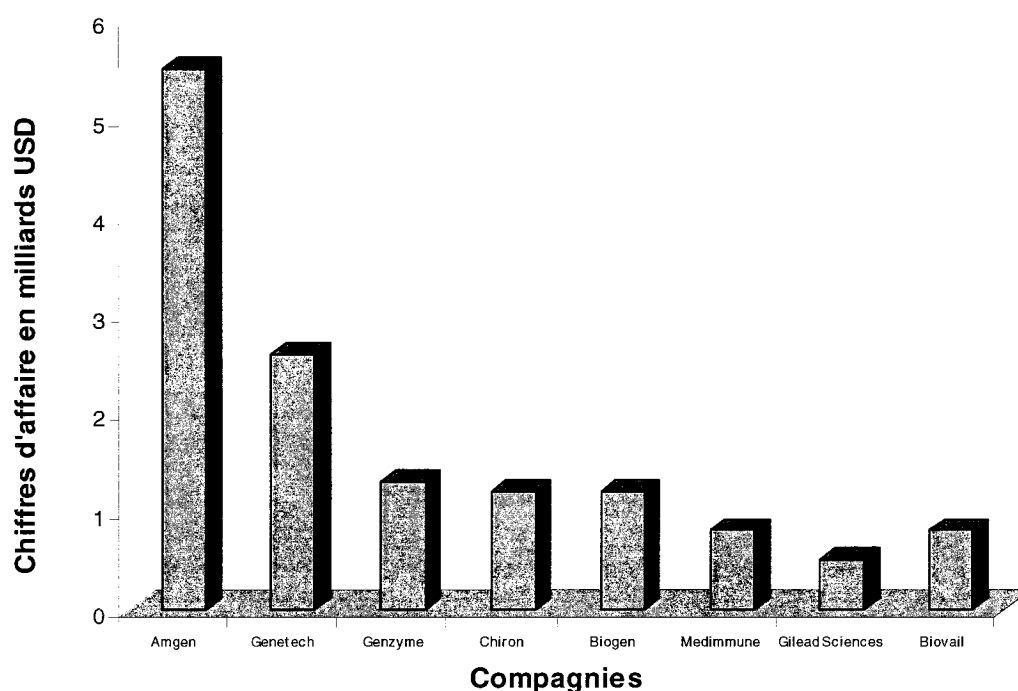
Voici la liste détaillée des cinq plus grandes entreprises pharmaceutiques nord-américaines : Bristol-Myers Squibb, Eli Lilly, Johnson & Johnson, Merck & Co et Pfizer. La figure suivante illustre leur chiffre d'affaire en 2002.



Source: Statistique Canada

Figure 2.1: Chiffre d'affaire des cinq plus grandes compagnies pharmaceutique nord-américaines

Voici la liste détaillée des 8 plus grandes entreprises de biotechnologie nord-américaine : Amgen, Genetech, Genzyme, Chiron, Biogen, Medimmune, Gilead Sciences et Biovail. La figure 2.2 illustre leur chiffre d'affaire en 2002.



Sources : Statistiques Canada

Figure 2.2: Chiffre d'affaire des huit plus grandes compagnies biopharmaceutique nord-américaines

2.1.2 Profil de l'industrie biopharmaceutique dans la région de Montréal

La taille de l'industrie biopharmaceutique à Montréal est très considérable. D'après Montréal International (2001), plus de 15000 personnes travaillent directement dans ce secteur dans plus de 145 établissements. De ces 15 000 emplois, 7000 sont dans des entreprises publiques de propriété étrangère. À Montréal seulement, les dépenses en R&D se sont élevées à plus de 340 M\$ en 1999 et la valeur des livraisons manufacturières à 2,3 milliards de dollars.

La recherche et développement est un volet très marqué du secteur de la biopharmaceutique. Montréal bénéficie de beaucoup de facteurs qui lui confèrent le

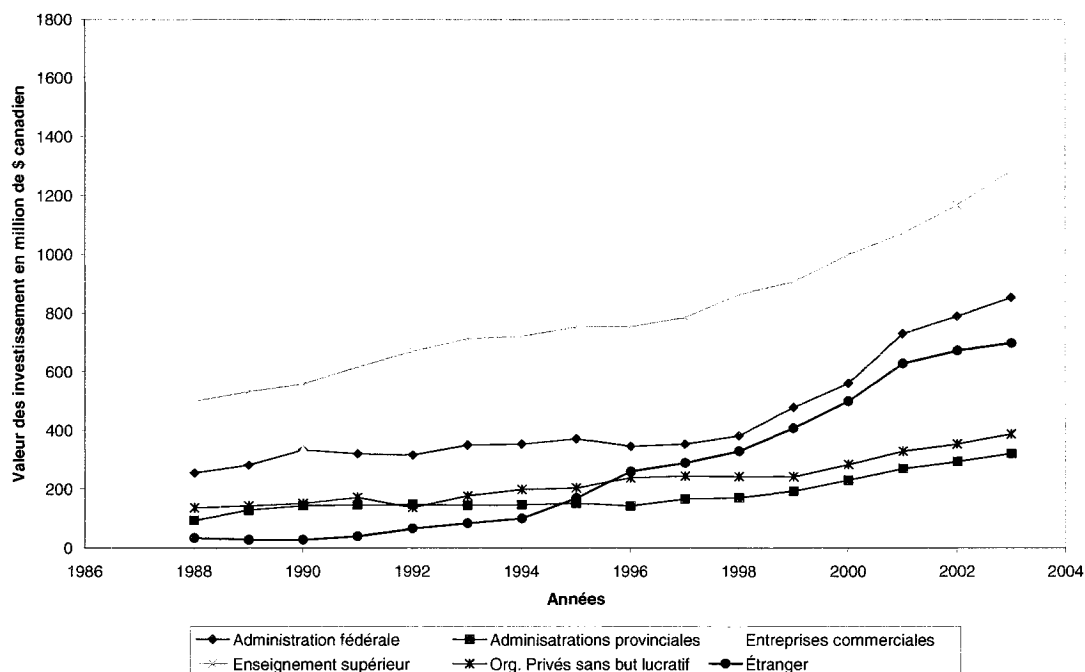
premier rang des métropoles nord-américaines pour les entreprises de recherche contractuelle. En voici quelques uns, les centres de recherche montréalais ont développé des bases de données sur la génétique de la population, ce qui leur confère un attrait unique pour la recherche médicale. Montréal offre aussi la possibilité de réaliser toutes les phases de développement d'un nouveau médicament de la recherche fondamentale à la commercialisation. Montréal compte quatre universités et un centre de formation de niveau universitaire, ce qui facilite la création de liens entre les différents acteurs de l'industrie et les chercheurs universitaires, plusieurs grandes entreprises financent d'ailleurs la recherche universitaire. La présence de plusieurs centres de formations de haut niveau rend accessible une main-d'œuvre compétente et locale. Montréal, comme capitale économique du Québec, bénéficie de la meilleure protection des brevets médicaux au Canada⁶.

2.1.3 Statistiques financières de la R&D de l'industrie biopharmaceutique

La recherche et développement (R&D) en biopharmaceutique est fondamentale et vitale, car elle est la source productrice de connaissances scientifiques qui mènent à la création d'innovations technologiques. La figure 2.3 résume les dépenses en R&D dans le secteur de la santé au cours des 15 dernières années. Selon Statistique Canada (2004), le secteur de la santé comprend toutes les activités visant à promouvoir la santé publique au sens large du terme et englobe les activités de recherche des entreprises oeuvrant dans le domaine pharmaceutique. Les données comptabilisées tiennent compte de toute la R&D effectuée au Canada, dans les universités comme dans les laboratoires privés ou dans les hôpitaux. La recherche effectuée pour le compte d'entreprises étrangères a également été comptabilisée, mais les fonds investis par des entreprises canadiennes ailleurs qu'au Canada n'ont pas été pris en compte.

⁶ **Gouvernement du Québec (2003)**, La filière du médicament au Québec

Investissement en R&D dans le secteur de la santé au Canada

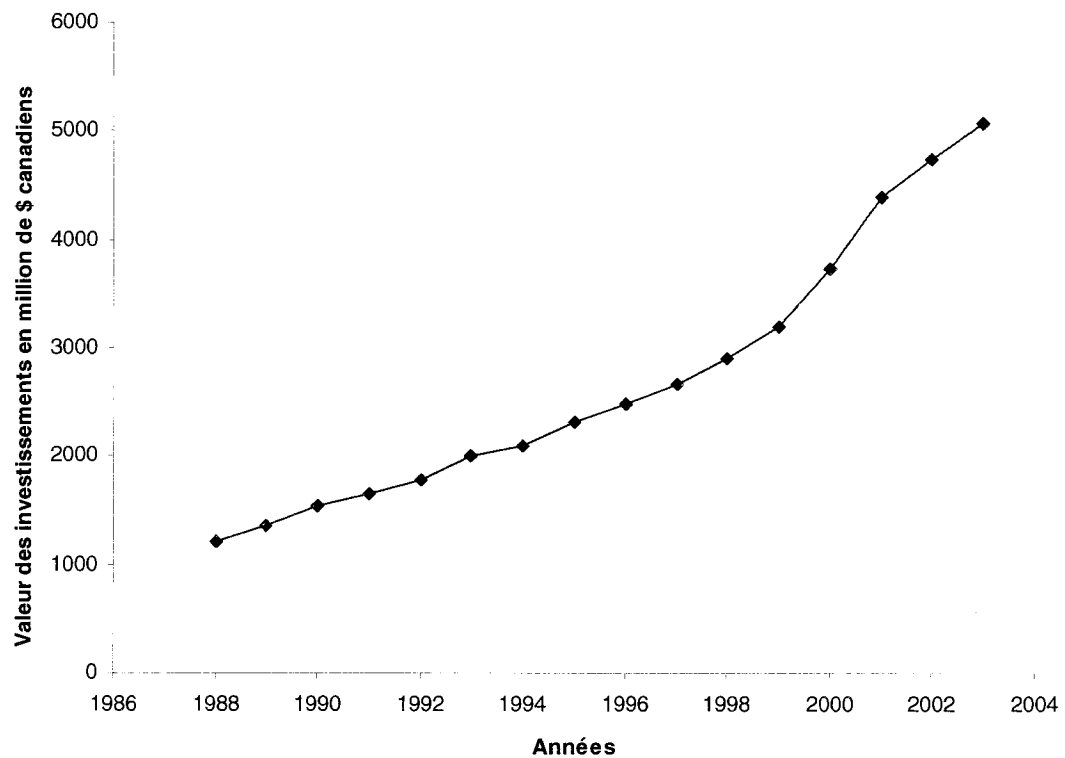


Source: Statistiques Canada

Figure 2.3: Les investissements par source de financement en R&D dans le secteur de la santé au Canada

Nous pouvons voir que la valeur des investissements dans le secteur de la santé a beaucoup augmenté au cours des dernières années, particulièrement pour ce qui est de la recherche financée par les entreprises commerciales et par l'enseignement supérieur (les universités et les centres de recherches universitaires).

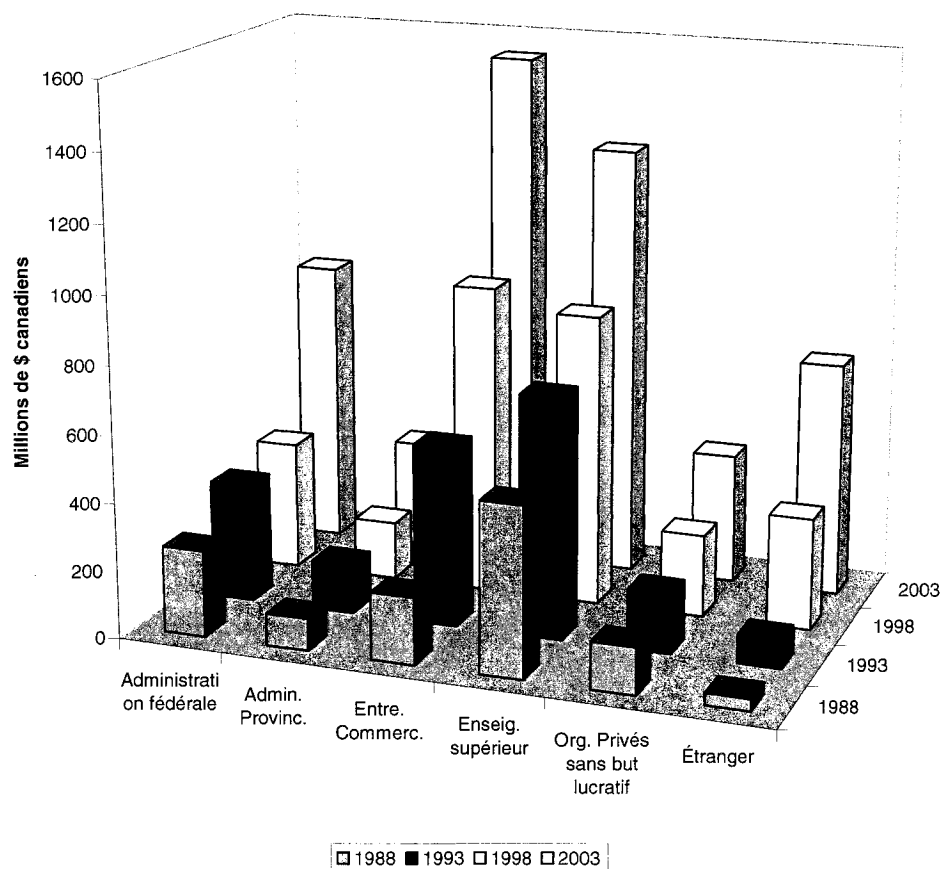
La figure qui suit (figure 2.4) présente la quantité totale d'investissements dans le secteur de la santé au Canada pour les années 1988 à 2003. On observe une augmentation constante avec une forte tendance à la hausse depuis 1999. Ceci montre l'intérêt accru pour les investisseurs de ce domaine.



Source : Statistiques Canada

Figure 2.4 : Les investissements totaux en R&D dans le secteur de la santé au Canada

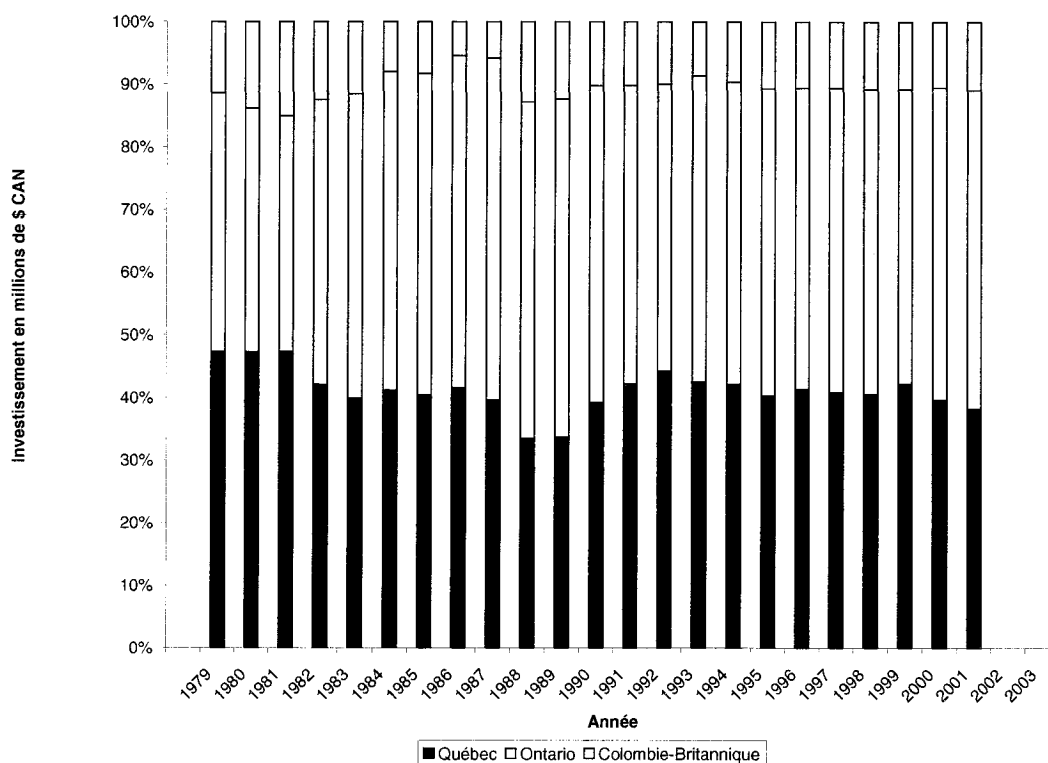
Il est aussi intéressant de voir ce que représente la part de chacun des investisseurs dans le financement total de la recherche et développement au Canada pour les quatre dernières années. Ceci nous permet de voir émerger les tendances et de mieux analyser la situation du financement au Canada.



Source : Statistiques Canada

Figure 2.5 : Distribution des sources de financement de la R&D en santé au Canada pour 1988 à 2003

La part du lion revient à l'entreprise commerciale et l'enseignement supérieur, toutefois nous pouvons constater que l'importance de la proportion de la recherche effectuée par les établissements d'enseignement supérieurs a diminué au fil des ans, en revanche nous observons que la part des capitaux étrangers est plus grande. Il y a 16 ans, en 1988, nous constatons qu'à cette époque la place des capitaux étrangers et des entreprises commerciales était beaucoup moindre en termes d'investissement relatif en R&D au Canada pour le secteur de la santé.

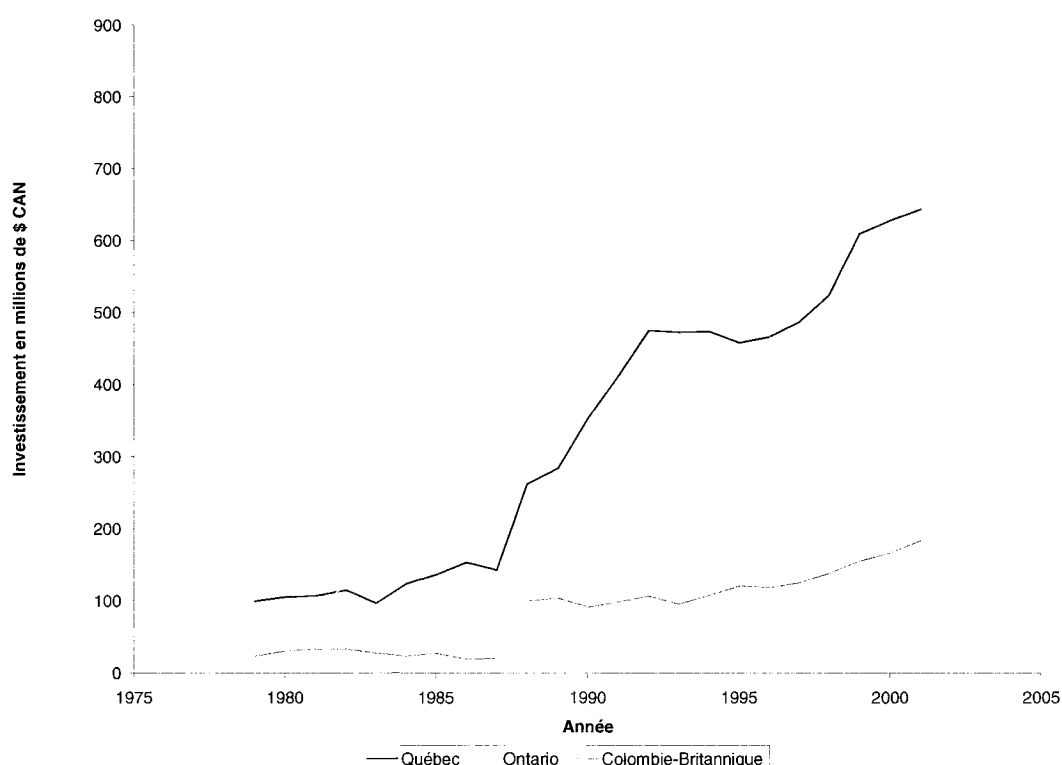


Source Statistique Canada

Figure 2.6 Évolution du pourcentage d'investissement en R&D en sciences fondamentales par province

Un rapide coup d'œil aux figures 2.6 et 2.7 semble nous convaincre que Toronto a maintenant la part du lion des investissements en R&D entre les trois grappes de Montréal, Toronto et Vancouver. Toutefois, conclure à ceci sans tenir compte de la valeur relative du coût de la vie des trois villes donne un aperçu relativement faussé, car 1\$ de R&D n'a pas le même potentiel à Toronto qu'à Vancouver et encore moins qu'à Montréal. En effet, simplement les salaires des chercheurs sont de 10 à 15% inférieurs dans la grappe québécoise que dans la ville reine. Pour avoir accès à une même qualité de vie, il en coûte plus cher à Toronto qu'à Montréal. Une analyse approfondie du coût de la vie dépasse le cadre de cette recherche, mais gardons simplement en tête qu'il faut en tenir compte.

Malgré cette différence de valeur, nous devons toutefois constater que du côté du Québec et de la Colombie-Britannique les investissements ont stagné (ou faiblement augmenté) depuis le début des années 1990 alors que du côté de l'Ontario, nous constatons un accroissement constant de ceux-ci avec une explosion qui la différencie du Québec vers 1998. Le Québec a tout de même vu son capital d'investissement s'accroître beaucoup plus que celui de la Colombie-Britannique.

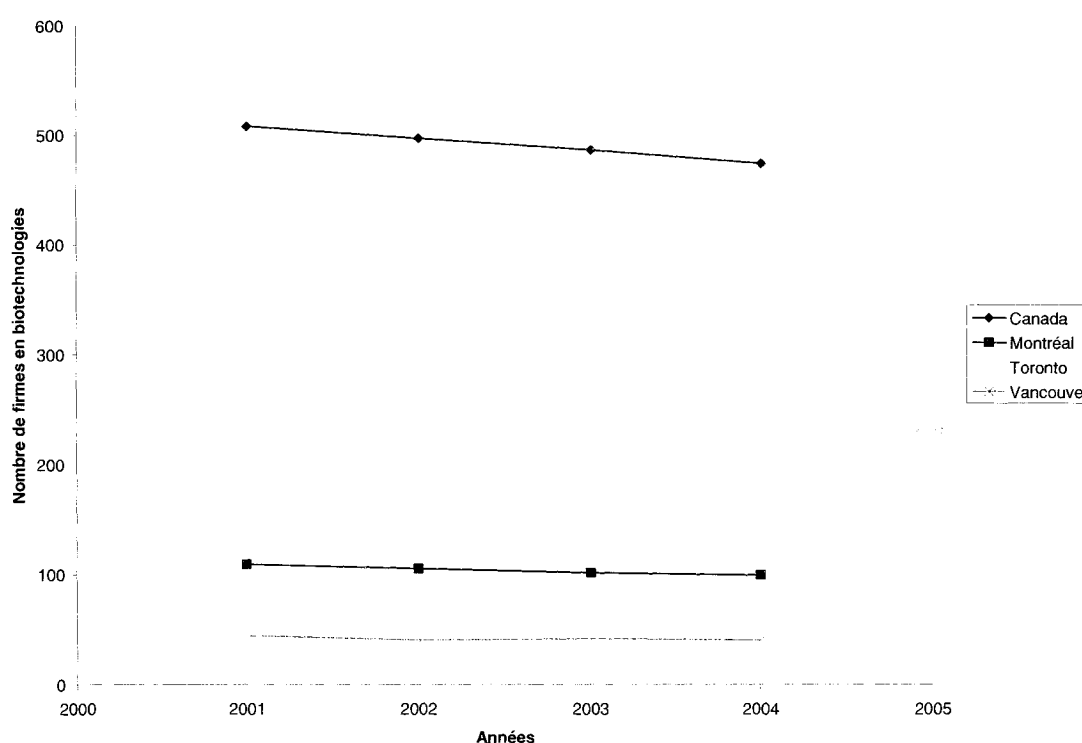


Source Statistique Canada

Figure 2.7: Évolution de l'investissement en millions de dollars canadien en R&D par province en sciences fondamentales

2.1.4 Effets des grappes sur les firmes

L'étude de l'évolution du nombre de firmes en biotechnologie dans chacune des grappes peut également nous donner une idée de l'impact des réseaux de collaboration sur la santé des firmes. Les firmes œuvrant à l'intérieur des grappes innovantes bénéficient-elles vraiment de ces réseaux? En observant les différentes figures qui suivent, nous tentons de tirer certaines conclusions à ce sujet.



Source : Statistique Canada

Figure 2.8 : Évolution du nombre de firmes dans les grappes de Montréal, Toronto et Vancouver

L'étude de la figure 2.8 montre que globalement, au cours des 4 dernières années, bien que le nombre total de firmes en biotechnologie au Canada ait décliné, il semble que ceci ne soit pas applicable à nos trois grappes. En effet, le nombre de firmes au sein des trois plus grandes grappes canadiennes a diminué de 2001 à 2004, mais dans

des proportions moindre (en pourcentage) que pour l'ensemble du Canada. On peut supposer que les réseaux de collaborations ont participé à ceci. Néanmoins, nous devons regarder les données détaillées fournies dans les trois figures suivantes (2.9, 2.10 et 2.11) pour pouvoir tirer des conclusions pertinentes.

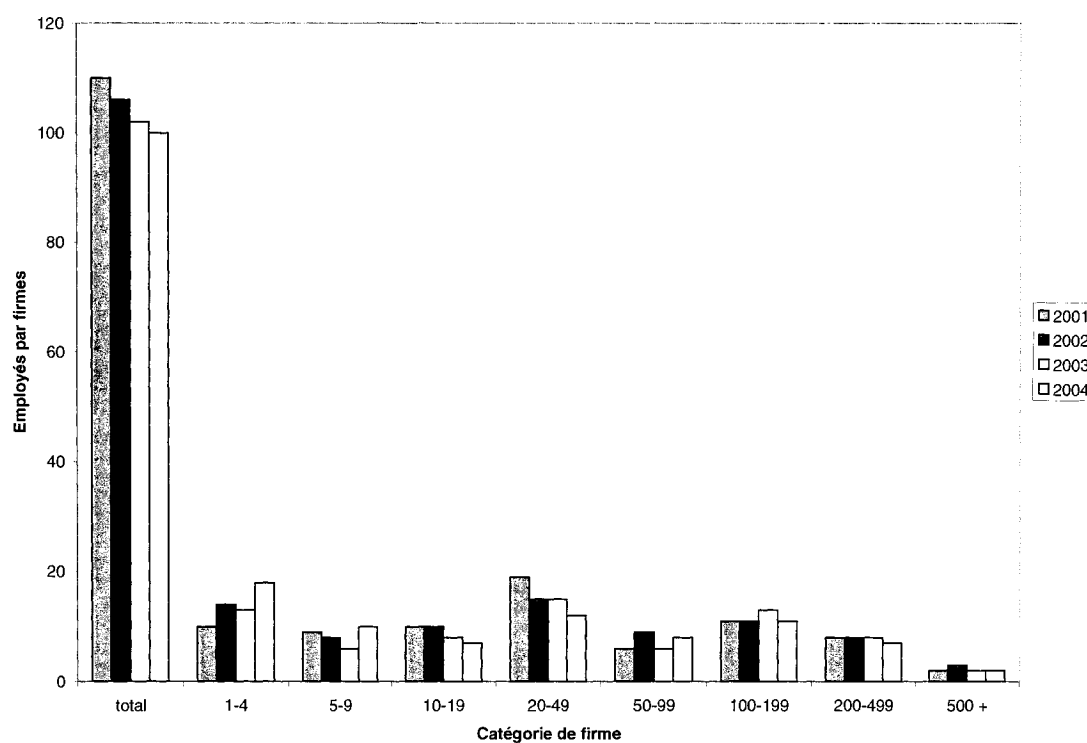


Figure 2.9: Évolution du nombre de firmes dans la grappe de Montréal

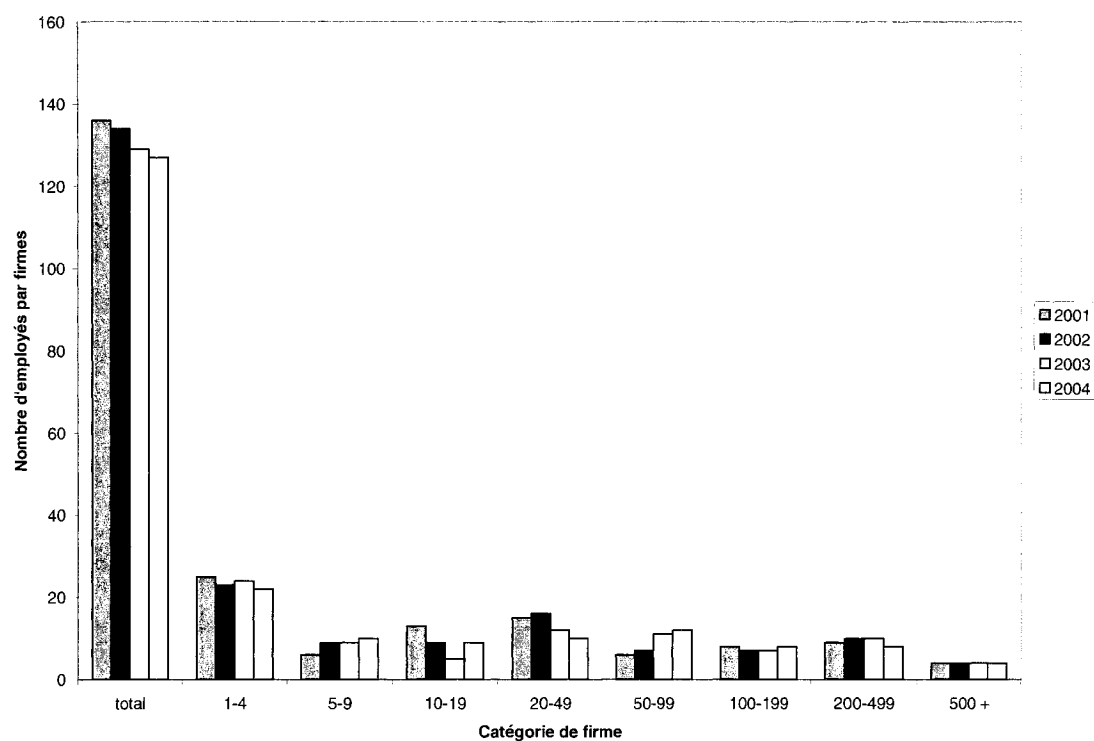


Figure 2.10 : Évolution du nombre de firmes dans la grappe de Toronto

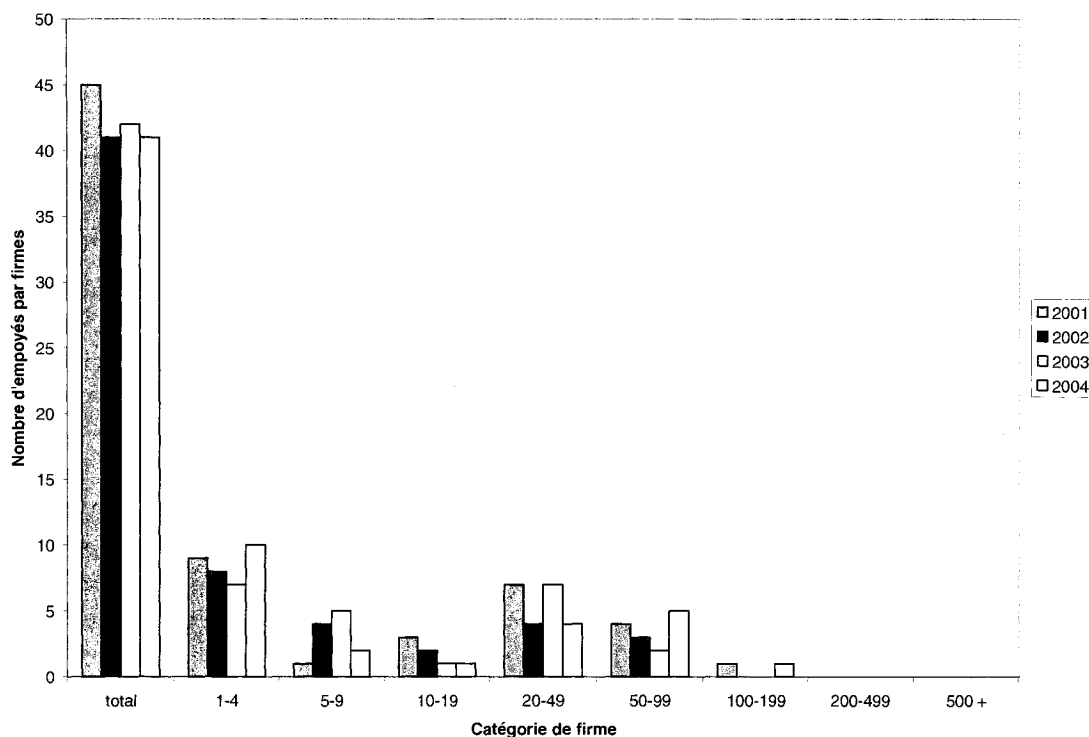


Figure 2.11 : Évolution du nombre de firmes dans la grappe de Vancouver

Nous observons qu'il y a passablement plus de firmes au sein de la grappe de Toronto que dans celle de Montréal ou de Vancouver. Ceci toutes catégories de firmes confondues; les petites et les plus grandes. La grappe de Vancouver ne possède pas de très grandes firmes (de plus de 200 employés), mais représente une belle niche de petites et moyennes entreprises. Il y a eu peu d'évolution du nombre de firmes dans cette grappe, bien que globalement, nous notons une diminution de 9% du nombre de firmes en 2004 en rapport au nombre de 2001. Ceci peut être attribuable au contexte économique et à différentes fusions. La grappe de Montréal a aussi vu le nombre de firmes œuvrant en son sein diminuer de 10% en 4 ans. Cette grappe, bien qu'englobant moins de firmes que celle de Toronto possède tout de même des firmes de tout acabit. De la très petite firme à la multinationale. Toronto, elle a vu son nombre de firmes diminuer, mais en plus petit pourcentage (7%). Il est difficile d'arriver à des conclusions fermes sur les rôles des réseaux de collaboration sur la génération de nouvelles

entreprises avec ces données. Toutefois, nous pouvons constater l'importance de nos trois grappes innovantes en biotechnologie. Il serait intéressant de pouvoir étudier l'évolution du nombre total d'employés par grappe.

2.2 Les grappes industrielles de biotechnologie au Québec

Après avoir bien compris les différents avantages au niveau de la performance de l'innovation technologique que le phénomène des grappes industrielles peut entraîner, nous sommes à même de comprendre les retombées économiques qu'elles entraînent. Il est donc évident que l'émoi pour les grappes performantes ne se limite pas aux seuls actionnaires et gestionnaires des entreprises qui pourraient potentiellement s'implanter au sein de l'une d'elles, mais aussi aux gestionnaires qui voient au mieux être social et économique de notre société : nul besoin de spécifier que nous faisons implicitement référence à nos politiciens des différents paliers du gouvernement.

2.2.1 L'exemple du grand Montréal

Nous verrons au cours de cette section, les différents aspects, plus techniques, des grappes industrielles et de leur formation parfois aidée par des politiques gouvernementales. Nous verrons à quel point, parfois, cette aide peut être substantielle, ce qui montre encore une fois l'importance des retombées des grappes industrielles.

Afin de bien illustrer le phénomène d'interactions entre tous les facteurs qui influencent la création de nouvelles technologies, nous procéderons par l'exemple. Nous tenterons donc de détailler tous les facteurs qui ont un rôle dans la dynamique de la création au sein d'une grappe industrielle en haute technologie. Nous avons pris Montréal comme exemple explicatif.

La Cité de la Biotechnologie⁷ est née à partir de la réalité de la masse critique du bio pôle de Laval dont le cœur est le Parc scientifique et de haute technologie. Dans cette grappe industrielle située à Laval, on ne retrouve pas moins de 65 entreprises. Certaines de celles-ci sont parmi les plus importantes compagnies pharmaceutiques au monde et plusieurs sont des entreprises au centre de l'économie scientifique québécoise.

Le parc scientifique représente un environnement de premier plan pour favoriser l'innovation technologique. La présence du campus Armand-Frappier, de l'INRS ainsi que la quantité d'entreprises innovatrices en fait un lieu idéal pour l'incubation scientifique. La grande collaboration interuniversitaire avec les quatre universités montréalaises et différents centres d'affaires favorise la recherche et la formation en plus de faciliter la commercialisation des produits.

2.2.2 Les incitatifs fiscaux

Nous avons mentionné que les retombés économiques et sociales découlant de l'implantation d'entreprises dans une même localité sont très grandes. Il est donc normal que les dirigeants publics tentent d'attirer ce phénomène dans leurs cours. Voici une liste accompagnée d'une brève description des différents incitatifs fiscaux mis en place pour favoriser l'implantation d'entreprises de biotechnologie au sein de ce que l'on appelle la Cité de la Biotechnologie, la plus importante grappe en haute technologie de la santé au Québec.

Selon Life Science World les entreprises qui choisissent de s'établir au sein du périmètre désigné, reçoivent un crédit d'impôt remboursable équivalent à 30% du salaire de leurs employés et ce jusqu'en 2013 pour un maximum de 11 250\$. En outre, les entreprises reçoivent, pour une durée de trois ans, un autre crédit d'impôt de 30% des

⁷ <http://www.citebiotech.com/merci.htm>

coûts d'acquisition de matériel. De même, au sein de la grappe, des équipements spécialisés ont été installés par le gouvernement pour être utilisés conjointement par les entreprises de la grappe. Un autre crédit d'impôt, disponible pour cinq ans, permet de se faire rembourser jusqu'à 30% des frais d'utilisation de ces appareils spécialisés. Une exemption de 75% de l'impôt sur le revenu, de la taxe sur le capital et des cotisations au fond sur les services de santé pour une durée de cinq années.

En plus de ces mesures fiscales, les différents paliers de gouvernement réduisent eux aussi, temporairement, leurs exigences financières envers les entreprises. D'après Life Science World, le gouvernement fédéral (Ottawa) offre des crédits d'impôt remboursable de 20 à 35 % sur les dépenses admissibles. Le gouvernement provincial (Québec) offre des crédits d'impôts sur le revenu remboursable de 17,5 à 35% sur les salaires admissibles. Il offre aussi des crédits d'impôts sur le revenu remboursable de 17,5 à 35% sur les contrats accordés à des centres de recherche reconnus. En plus, pour favoriser l'immigration de savants étrangers, le gouvernement du Québec donne la possibilité à ceux-ci d'avoir un congé de 75% de l'impôt sur le revenu pour une période de cinq ans. Finalement, le gouvernement municipal (Ville de Laval) donne un crédit de taxes foncières allant de 100% à 60% étalé sur cinq ans.

Tous ces différents incitatifs sont employés, non seulement pour attirer les entreprises à venir s'établir au sein de la Cité de la Biotechnologie, mais aussi afin de créer un climat plus favorable au développement de nouvelles technologies. Nous pourrions donc dire que la grappe industrielle en biotechnologie de Laval est une grappe « artificielle », car sa création fut planifiée et orchestrée à grand coup de millions. Un autre exemple de grappe « artificielle » qui, cette fois, échoua est la grappe d'aérospatiale de Taiwan qui n'a pas réussi à percer le marché. À l'opposé d'une grappe artificielle, nous avons la grappe « naturelle ». En exemple, *Silicon Valley*, en Californie qui est « naturellement » (voir sans intervention directe du gouvernement) devenu la plaque tournante mondiale des hautes technologies informatiques. Différents facteurs

permettent de quantifier la réussite de la création de cette grappe, ce que nous verrons dans la section suivante.

À titre d'information, nous présentons en annexe (annexe 7) la liste des entreprises présentes dans la cité de la biotechnologie, elles sont classées par ordre alphabétique.

2.2.3 Critères de vitalité des grappes industrielles en biotechnologie au Canada

Il est très difficile d'évaluer la santé des grappes industrielles, particulièrement en biotechnologie. Néanmoins, afin d'évaluer l'évolution des grappes et de leurs réseaux, nous allons tenter d'établir des critères de vitalité de ceux-ci. Ces critères mesurent en partie la capacité des grappes de biotechnologie à attirer et à conserver les chercheurs de pointe, les entreprises de recherche et développement et les investissements. Comme un des principaux avantages compétitifs dont peuvent bénéficier les entreprises est la capacité de pouvoir compter sur du personnel compétent, ceci se traduit par un besoin pour les grappes de favoriser la formation de main d'œuvre qualifiée, d'attirer des spécialistes étrangers et de les séduire de façon à ce qu'ils élisent domicile de façon permanente au sein de la grappe. Pouvoir compter sur une main-d'œuvre de qualité et spécialisée est une des importantes problématiques des entreprises.

La langue parlée dans la métropole est aussi un facteur qui influence le choix des chercheurs à accepter de s'établir ici et conséquemment celui des firmes aussi, car le recrutement est une problématique importante au niveau de la firme. En effet, il est compréhensible qu'il soit moins attrayant pour un étranger de venir s'établir (avec sa famille) dans un milieu où il devra potentiellement réaliser l'apprentissage de deux nouvelles langues afin de bien fonctionner au travail et dans la société.

Les entreprises et les cabinets d'avocats spécialisés dans la protection et l'acquisition de la propriété intellectuelle constituent un atout majeur important pour les

ville qui désirent attirer des entreprises de haute technologie. L'accès aux brevets est souvent l'avantage compétitif qui fera la différence entre le succès et la faillite d'une entreprise. Souvent, l'accessibilité à la protection intellectuelle constitue le facteur qui convaincra les investisseurs de la pertinence du risque financier inhérent au projet. Dans une optique de séduction, les villes se doivent d'être conscientes de la vitalité de ces faits pour les entreprises de haute technologie qui poursuivent des activités de recherche fondamentale.

Comme nous l'avons déjà mentionné, la disponibilité de capital de financement est essentielle à l'émergence de nouvelles firmes et ultérieurement à la commercialisation de produits. Les grands centres urbains doivent convaincre les firmes de financement du potentiel des entreprises de leur milieu; et conséquemment d'investir massivement dans leur développement. Il est même parfois considéré, afin de favoriser encore plus le développement de nouvelles firmes, de créer des agences de financement publiques et parapubliques.

Dans un même ordre d'idée, les conditions socio-économiques offertes aux chercheurs étrangers peuvent également influencer la facilité pour une firme de réussir à attirer les meilleurs chercheurs. Mentionnons seulement la rémunération directe, les différents abris fiscaux (tels l'absence d'impôt sur le revenu pour les chercheurs étrangers) et le niveau de vie général dans la métropole. L'intégration générale des immigrants et la multi culturalité des centres sont des facteurs aussi importants qui doivent être pris en compte pour mesurer la propension des chercheurs étrangers à s'établir de manière permanente.

La vie culturelle et les activités disponibles sont aussi des facteurs qui influencent le choix des chercheurs et conséquemment la facilité avec laquelle les firmes peuvent disposer de chercheurs productifs et conséquemment leur choix de telle ou telle grappe comme domicile.

Dans ce chapitre nous avons expliqué les différents concepts et facteurs qui constituent une partie des systèmes d'innovation nationaux. Nous avons aussi détaillé la situation géopolitique et économique de la grappe de Montréal en biotechnologie.

CHAPITRE 3 : DÉMARCHE SUIVIE

3.1 Problématique et hypothèses de recherche

Il est important de bien situer cette recherche dans le contexte de sa réalisation et de comprendre les différentes motivations qui nous amènent à tenter de repousser les limites de la connaissance dans ce domaine.

Une des grandes révolutions depuis le développement des sciences fondamentales et appliquées fut probablement la capacité de nos sociétés modernes de propager le savoir et l'innovation. Nous croyons que la justice sociale entre les peuples passe par l'innovation et le développement de nouvelles technologies. En conséquence, pour arriver à un monde plus équitable et plus juste, un des grands défis de ces sociétés organisées est de faciliter, d'encourager et de favoriser la création scientifique et technologique.

C'est dans cette perspective que nous avons posé notre hypothèse de recherche. Notre recension de la littérature nous appris que certains auteurs, Beaudry (2001) et Swann (1994) étudièrent les effets spécifiques des grappes sur l'industrie en général. Leurs études se basèrent sur différents indicateurs. D'autres auteurs comme Teubal et Niosi (2004), Niosi et Bas (2001), Feldman (2002) et Malerba et Orsenigo (2001) étudièrent certains effets particuliers qui favoriseraient la création des grappes. En continuité directe avec les travaux de Zucker et Darby (1996) qui montrèrent l'importance des scientifiques étoiles au niveau de la firme et de ceux de Murray (2002) qui étudia les interactions entre les réseaux de chercheurs et d'Olivier (1998) et (2004) qui s'intéressa à l'organisation des réseaux de collaboration en biotechnologie, nous allons étudier la place qu'occupent, l'importance qu'ont les chercheurs étoiles au sein des réseaux de collaborations en biotechnologie. Cette volonté nous amène à formuler notre hypothèse de la manière suivante :

Nous croyons que les réseaux de chercheur, leurs chercheurs étoiles, influent de manière significative sur la performance des entreprises et des grappes.

Afin de vérifier cette hypothèse, nous avons identifié certains objectifs précis. La réalisation de ces objectifs nous éclairera sur la justesse de notre hypothèse. Nous désirons comprendre la dynamique de création d'innovations industrielles au sein des grappes en biotechnologie au Canada. Pour ce faire, nous identifierons les réseaux de collaborations au sein des trois plus grandes grappes en biotechnologie au Canada, et nous étudierons leurs rôles dans la diffusion de l'information. Finalement nous comparerons ces trois grappes industrielles sur la base de la nature de leurs réseaux de collaboration.

3.2 Méthodologie

Comme la recherche et développement s'articule autour des ressources humaines, ou du capital humain, nous bâtirons une cartographie des réseaux de contacts des producteurs de propriété intellectuelle, *i.e.* les liens professionnels présents ou passés ainsi que les simples relations de travail ou même d'amitiés des chercheurs, plus spécifiquement ceux oeuvrant au sein de grappes industrielles.

La tolérance selon Gertler et Vinodrai (2004) est l'un des facteurs principaux qui contribuent à attirer les chercheurs étrangers à s'établir au sein de la communauté. Afin de mesurer cette tolérance, nous avons utilisé deux types de critères, le premier permet de mesurer l'insertion sociale des scientifiques aux milieux académiques et professionnels et le second (plus révélateur du niveau réel de tolérance moyen de la ville) permet de mesurer l'intégration sociale des immigrants en général: le nombre d'étudiants étrangers inscrits à des programmes menant à des carrières de recherche dans des domaines relatifs à la biotechnologie, par rapport au nombre de chercheurs étrangers travaillant dans des firmes de biotechnologies au sein de la grappe. Le rapport des taux

de chômage immigrants/locaux pourrait aussi nous donner une bonne idée de la situation des immigrants. Il ne faut pas considérer tous les immigrants de la même manière, on doit faire une distinction entre les cohortes d'arrivages au fil des années.

Pour réussir à reconnaître et à identifier ces liens, nous nous baserons sur un moyen de quantification des efforts, mais surtout du rendement en innovation technologique, le brevet. (Nous avons choisi d'utiliser le brevet comme mesure de l'innovation bien que celui-ci ne fasse pas l'unanimité au sein de la communauté de chercheurs. En effet, Archibugi (1996) soulève certains problèmes à son utilisation comme unique mesure de l'innovation : il ne rapporte que certaines innovations (plusieurs innovations ne sont pas brevetée), certains brevets sont faux etc.) Pour y parvenir, nous utiliserons les adresses des inventeurs mentionnés dans les brevets (brevets préalablement identifiés comme ayant été produits par une entreprise d'une grappe à l'étude) comme point de départ pour la création de notre cartographie. Nous examinerons ensuite les citations d'autres brevets contenues dans le premier et les références à ce dernier dans d'autres brevets. Nous quantifierons, en observant l'origine géographique des auteurs de la propriété intellectuelle, l'importance du réseau de connaissances et de contacts des chercheurs pour la productivité innovatrice d'une entreprise au sein d'une grappe industrielle donnée. Nous noterons les collaborations directes, indirectes ou tacites des chercheurs et tenterons de démontrer leur efficacité. Les collaborations informelles entre d'anciens collègues contribuent grandement à la performance de la R&D des entreprises.

Ce même travail, réalisé de manière parallèle, mais avec comme source de données non pas les brevets, mais les articles scientifiques publiés, nous permettrait d'approfondir notre connaissance des liens entre chercheurs et entreprises de pointe en R&D. En effet, la publication scientifique étant nécessaire aux chercheurs universitaires, elle permet de mettre en relief les partenaires des chercheurs et le cheminement de la R&D. Mieux encore, les brevets nous limitent plus ou moins à l'historique de la

recherche appliquée à des fins commerciales. En effet, les entreprises ne brevettent généralement pas les découvertes inutiles et encore moins les échecs. La publication d'articles scientifiques, elle, décrit le chemin emprunté : de l'idée à l'innovation. Elle permet donc de voir les relations entre chercheurs qui ne nous seraient pas révélées par les brevets.

Ces études devraient nous permettre de bien représenter la place de la collaboration entre les chercheurs qui travaillent, et dans les grappes industrielles, et à l'extérieur des concentrations géographiques d'entreprises du même secteur.

Subséquent à cette étude, nous serons également mieux renseignés sur la mobilité géographique des chercheurs et de leurs études. Connaître les rouages et la dynamique de cette mobilité entraînera une meilleure compréhension de la méthode de travail des chercheurs, ce qui nous permettra de mieux diagnostiquer les combinaisons favorables à la R&D.

3.3 Collecte des informations

Initialement, nous étions désireux de trouver et d'utiliser une base de données déjà construite qui contiendrait les informations relatives aux auteurs des brevets touchant à la biotechnologie. Suite à plusieurs recherches infructueuses, nous avons réalisé qu'il serait difficile de trouver de l'information déjà classée selon nos désirs. Ayant réalisé la rareté de l'information disponible et la spécificité de notre projet de recherche, nous avons choisi de construire nous même une base de donnée qui renfermerait l'information nécessaire à une première ébauche de notre cartographie.

L'information relative à la localité géographique des inventeurs n'étant pas disponible en ligne pour les brevets de l'OPIC⁸ et celle-ci l'étant pour la base de donnée de l'USPTO⁹ nous avons décidé d'utiliser cette dernière. Ceci entraîne bien entendu un certain biais, mais nous croyons que celui-ci est minime, car la majorité des inventeurs canadiens brevettent généralement également aux États-Unis. Ce phénomène est d'autant plus accentué dans le domaine biopharmaceutique, car les États-Unis, en plus d'être un marché relativement facile d'accès pour les inventions canadiennes, représentent un potentiel économique bien plus vaste que le Canada seul.

À l'aide de la classification internationale des brevets, nous avons sélectionné 1026 brevets relatifs au domaine biopharmaceutique. Ces brevets, dont les dates de dépôts varient de 1979 à 2005, sont tous classés sous la classe C-12-N¹⁰ et ses différentes sous-classes. Le choix de ces classes en particulier fut basé sur le fait qu'elles représentaient un vaste éventail de domaines connexes. Nous avons restreint notre recherche à des brevets dont au moins un des inventeurs est domicilié au Canada. Ceci nous permet de nous concentrer sur les réseaux de diffusion de l'information au Canada. Nous pourrions, afin de donner une plus grande portée à nos résultats, utiliser d'autres classes de brevets, par exemple C07¹¹ ou C08KL¹². Afin d'amenuiser la lourdeur de la tâche et de mieux cibler les activités des grappes étudiées, nous nous sommes restreint à un éventail moins large de domaines de recherche. Si nous devenons désireux d'enrichir notre base de données, nous pourrions le faire avec les différentes classes relatives aux biotechnologies.

⁸ Office de la propriété intellectuelle du Canada

⁹ United States Patents & trademark Office

¹⁰ Chimie / Biochimie / micro-organisme ou enzyme

¹¹ Chimie / Chimie organique

¹² Chimie organique / Préparation et mise en œuvre pharmaceutique

Nous avons donc créé une base de données (voir l'annexe 1) à partir de l'information contenue dans les brevets : soit les auteurs, leur adresse, le sommaire du brevet et son titre, les citations d'autres brevets, le propriétaire (public ou privé) et son adresse, les dates de dépôt et d'obtention et aussi les références à d'autres documents (articles scientifiques, revue, thèse...). Ces informations nous permettent de créer des liens entre les différents brevets ainsi que leurs inventeurs et de voir quels inventeurs travaillent avec quels autres inventeurs par le biais des citations et des références à d'autres sources d'information. (Nous avons uniquement utilisé les liens de collaborations directes dans ce mémoire)

Nous avons classé les brevets en fonction de la nature de leurs propriétaires *i.e.* leur adresse respective. Afin de voir la proportion des inventions et des découvertes qui découlent d'investissements publics et celle émanant d'investissements privés. Nous établirons une mesure de la performance de la R&D effectuée en entreprise en comparaison avec celle effectuée en laboratoire public ou dans les universités (toutes publiques au Canada).

Afin de valider nos résultats et d'avoir un élément de comparaison, nous avons réalisé le même travail avec les brevets provenant des entreprises de biopharmaceutique de Toronto et de Vancouver, Ces deux villes étant aussi des plaques tournantes canadiennes dans la recherche et développement de produits biopharmaceutiques. De la même manière qu'avec les villes avoisinantes à la grappe de Montréal, nous avons utilisé l'information de toutes les villes qui, selon notre opinion, font partie de la grappe. En effet, si les villes sont géographiquement dans la même zone, il est généralement accepté de les regrouper. Notre délimitation géographique de la grappe se limite à un rayon d'une cinquantaine de kilomètres autour du centre de chacune de nos métropoles.

Nous avons utilisé les regroupements mentionnés en annexe 6 en se basant sur les sources^{13 14 15} fournies par les chambres de commerces des villes mères respectives.

Afin de préciser ce que nous entendons par réseaux de collaboration, nous présentons dans le tableau 3.1 un réseau fictif tous au long du mémoire afin d'illustrer la représentation graphique des liens entre les chercheurs. Ceci facilitera la compréhension du lecteur des ratios et indices utilisés pour qualifier les réseaux.

Tableau 3.1: Définition du réseau fictif

Brevets	Auteurs	A	B	C	D	E	F
1		X	X	X			
2			X	X	X		
3		X				X	
4			X	X		X	
5					X		X

La figure 3.1 nous donne la représentation graphique de ce réseau qui contient 6 chercheurs et 5 brevets.

¹³ <http://encyclopedia.thefreedictionary.com/Greater%20Toronto%20Area>

¹⁴ <http://www.servicesMontréal.com/jacqueline/blvilles.html>

¹⁵ <http://www.tourismvancouver.com/about/municipalities.cfm>

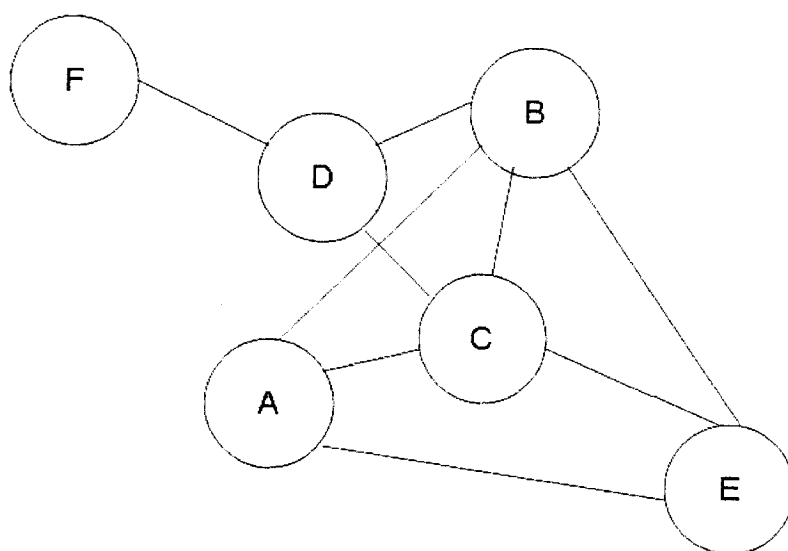


Figure 3.1 représentation graphique réseau fictif

3.3.1 Restrictions et sources d'erreurs de notre méthode

Notre méthode de cueillette d'information n'est pas parfaite, car la base de données de l'USPTO ne fait pas la distinction entre l'abréviation de l'état de la Californie (CA) et l'abréviation utilisée pour le Canada (CA). Puisque le fait que le moteur de recherche de la base de données (USPTO) ne permet pas de discriminer les recherches par provinces au Canada. Nous avons réussi à pallier à ce problème en retirant manuellement les entrées liées à la Californie, mais cette tâche manuelle pourrait être une potentielle source d'erreurs.

Aussi, bien que la majorité des inventeurs canadiens brevettent aux États-Unis, il est fort probable qu'ils ne le font pas tous. Ceci implique qu'en utilisant la base de donnée américaine, nous avons oublié des inventions produites au Canada. Néanmoins, l'utilisation de la base de donnée de l'OPIC ne réglerait pas le problème puisqu'elle ne comprend que les brevets déposés par des Canadiens et non pas toute l'information relative aux inventions développées au Canada. Notons ici que l'utilisation de brevets pour mesurer l'innovation n'est pas entièrement satisfaisante. Dans certains domaines,

comme l'aérospatiale par exemple, le secret est beaucoup plus utilisé comme protection intellectuelle que le brevet. Ceci est par contre moins vrai pour le domaine de la biotechnologie où l'acquisition de nouvelles technologies requiert énormément d'investissement et de savoir faire. L'idéal, dans une étude future, serait d'utiliser une combinaison des deux bases de données afin d'avoir vraiment accès à toute l'information en même temps.

De plus, les citations et les références mentionnées dans les brevets ne font mention que du premier ou des deux premiers auteurs référencés. Nous pourrions d'ailleurs nous questionner sur la validité de l'hypothèse qui sous-tend qu'il existe une forte probabilité que le fait de mentionner un autre chercheur vient du fait d'avoir déjà travaillé implicitement ou explicitement avec lui. Il faut donc rechercher indépendamment le brevet référencé et en extraire la même information que pour le brevet cité. Dans le cas de citations d'articles scientifiques, la tâche est colossale puisqu'il faut identifier le journal scientifique, les auteurs et déduire de leur adresse l'affiliation de ces auteurs à une université ou à un laboratoire de recherche quelconque. À la lumière de ces limitations, nous ne considérerons pas les citations et références dans la cartographie de nos réseaux et nous contenterons des liens entre chercheurs qui ont contribué aux mêmes inventions protégées par des brevets. Il est important d'ajouter ici que certaines citations et références mentionnées dans les brevets ont été rajoutées par l'examineur du bureau des brevets et non par les auteurs de ceux-ci, ce qui vient invalider notre hypothèse. Il y a fort à parier que si nous incluons les citations en référence sans aucune distinction aux liens entre chercheurs ayant travaillé ensemble dans nos réseaux, nous n'aurions qu'un seul et unique réseau relié par l'article scientifique ou le brevet clé d'une technologie quelconque. Néanmoins, nous croyons que même si cette hypothèse se révélait fausse, la cartographie du réseau reste utile et valide, car cette cartographie représente la filière de diffusion de l'information à partir de haut lieu de savoir jusqu'à l'application des ces découvertes à la résolution de problèmes concrets.

Dans ce chapitre, nous avons détaillé notre méthodologie et notre façon de recueillir nos données. Nous avons également exposé nos principaux objectifs et les méthodes que nous employons pour tenter de les atteindre et de pousser plus loin notre connaissance de la dynamique de création d'innovation. Dans le prochain chapitre, nous présentons les résultats de nos investigations.

CHAPITRE 4 : PRÉSENTATION ET ANALYSE DES DONNÉES

Dans ce chapitre nous allons présenter et analyser nos résultats afin de mieux comprendre les différences entre les réseaux de collaboration des différentes grappes. Nous définissons la nature des réseaux de collaboration à partir de ces résultats, leur analyse est donc très importante. Nous présentons nos résultats de façon succincte, pour faciliter leur compréhension nous utilisons un exemple de réseau fictif tout au long du chapitre.

4.1 Résultats

4.1.1 Nature des réseaux

Nous avons identifié 743 réseaux de collaborations à partir de nos données, le nombre de collaborateurs dans chaque réseau varie de 2 à 183. Cette grande variabilité en nombre de chercheurs d'un réseau à l'autre s'explique par la nature même des recherches en biotechnologie. Il est en effet possible de réaliser avec succès des projets de recherche au sein de réseaux limités quant au nombre de personnes, mais également au sein de réseaux beaucoup plus larges dépendamment de la nature exacte dudit projet de recherche. La majorité des réseaux ne sont pas restreint à une seule grappe, ceci même lorsqu'il semble évident qu'ils se rattachent à une grappe en particulier. Plusieurs réseaux canadiens sont même reliés à des grappes industrielles ne faisant pas partie des trois villes à l'étude. Pour arriver à donner une classification géographique à chacun des réseaux, nous avons calculé le ratio du nombre de chercheurs provenant de chacune de nos trois villes (Montréal, Toronto et Vancouver) sur le nombre de chercheurs total dans chacun des réseaux. Nous avons nommé ce ratio, le ratio d'appartenance géographique. Voir équation ci-dessous où V = ville (Montréal, Toronto, Vancouver ou Autre). J = chercheur et I = réseau

$$ratio_appartenance_géographique_iv = \frac{\sum Nbre_chercheur_ville_principale}{\sum Nbre_chercheur_totaux} = \frac{\sum_{j \in v} C_{ij}}{\sum_j C_{ij}}$$

Ceci nous permet de déterminer la nature des réseaux de collaboration en fonction de la provenance des chercheurs. Nous avons regroupé l'origine géographique de nos chercheurs en quatre catégories : une pour chacune de nos grappes industrielles et une quatrième pour toutes les autres localisations. À l'aide de ces informations, nous sommes en mesure d'identifier les principaux canaux de diffusion et de transmission de l'information et ce même sur de très grandes distances et à l'extérieur des grappes. Nous croyons que plus le nombre de collaborations hors grappe est élevé, plus l'apport de nouvelles techniques et innovations technologiques sera grand et conséquemment ceci aura un impact positif sur la production de savoir au sein de la grappe rattachée à ce réseau. Si nous considérons le plus large de nos réseaux : constitué de 183 chercheurs 122 scientifiques proviennent de Montréal, 2 de Toronto, 2 de Vancouver et 57 d'ailleurs au Canada ou encore dans le reste du monde. Nous avons associé ce réseau à la grappe de Montréal parce que les deux tiers des chercheurs qui le constituent sont de Montréal^{16,17}. Ce réseau comprend très peu de collaborations avec les villes de Toronto et de Vancouver, mais présente tous de même une contribution extérieure à la grappe très intéressante. Afin de bien comprendre la diffusion et la transmission de l'information, nous allons cartographier chacun des réseaux et étudier les liens entre les chercheurs qui les constituent. Ceci nous informera sur les modes de transmission au sein des grappes et des réseaux qui recoupent plusieurs grappes.

La figure 4.1 nous présente encore une fois notre réseau fictif afin d'illustrer la classification géographique des réseaux. En considérant que les chercheurs A, B, C, D et

¹⁶ Notre critère d'attribution géographique est basé sur la plus grande provenance des chercheurs : en cas d'égalité, nous considérons les deux locations.

¹⁷ Par Montréal, nous entendons toutes les municipalités incluses dans la grappe.

E réside à Montréal et que F réside à Toronto, le réseau sera classé sous Montréal, car plus de 75% des chercheurs totaux du réseau sont de ce centre urbain. Par contre, si A résidait à Toronto au lieu de Montréal, le réseau serait classé dans la catégorie Montréal et Toronto.

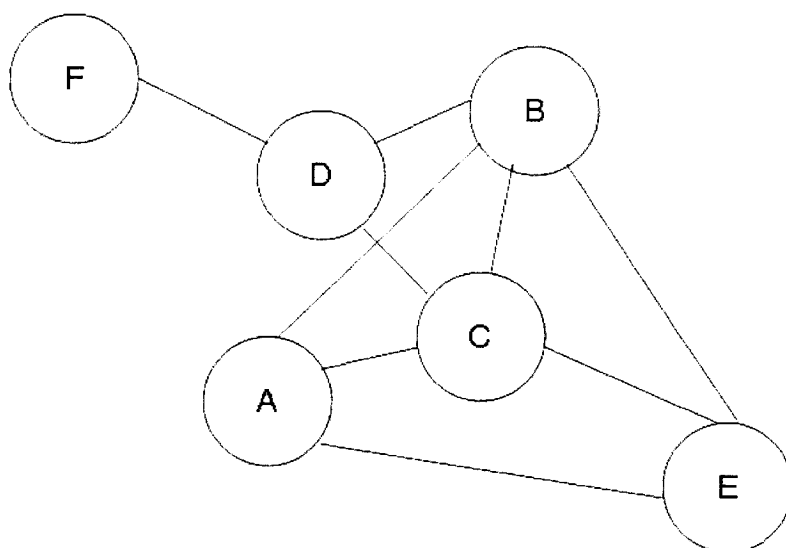


Figure 4.1 localisation géographique du réseau fictif

Afin de visualiser la schématisation de nos réseaux, nous présentons à la figure 4.2 la représentation graphique d'un réseau type. Il ne faut pas ici considérer le sens des flèches, car il provient simplement de l'utilisation d'un logiciel de dessin de réseaux (Graphviz). Ce réseau est constitué de dix chercheurs et de quatorze collaborations. Il s'agit d'un réseau appartenant à la grappe de Montréal. Il est facile, grâce à la représentation schématique, de constater que le chercheur numéro 4483 a un rôle central relativement important. En effet, il constitue le lien entre deux petits groupes de chercheurs (4290, 4289, 4291 et 4533, 4534, 4378, 4566, 4379) en plus d'être lié directement avec six des neuf autres chercheurs du réseau. Il est aussi possible que ce chercheur soit simplement le directeur d'un laboratoire de recherche et appose son nom sur tous les brevets développés dans son laboratoire. Malheureusement, nous ne pouvons pas évaluer la capacité de chaque individu quand à sa capacité de création d'innovation,

mais plutôt de façon relative par rapport au réseau. Il est intéressant de noter que notre définition de réseaux est particulière. En effet, nous incluons dans ceux-ci tous les chercheurs qui sont liés par au moins une collaboration. Il est probable que si nous ne restreignons pas géographiquement notre recherche de brevet, nous aurions un beaucoup plus petit nombre de plus grand réseaux, ou même, un seul énorme réseau. Toutefois, cette définition de réseau nous donne un instantané de la taille maximale des réseaux de collaboration. En effet, si nous limitions nos réseaux aux chercheurs qui ont collaboré un minimum de deux fois ensemble ou qui sont liés au reste du réseau par plus d'un chercheurs, nous aurions de beaucoup plus petits réseaux.

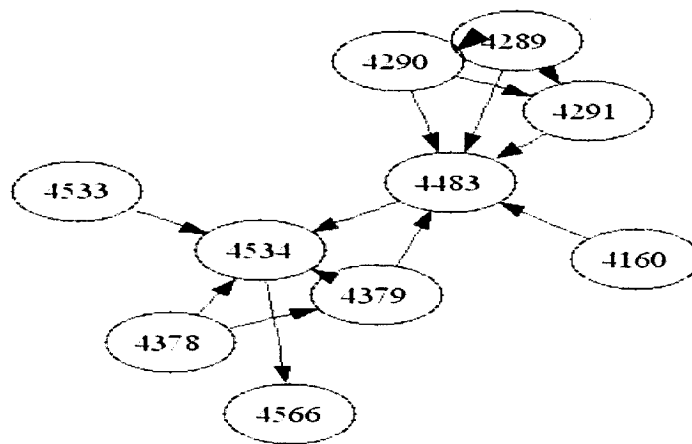


Figure 4.2 Réseau Type 1

En revanche, l'analyse basée sur la représentation graphique devient rapidement très complexe. En effet, si nous regardons un autre réseau type, présenté à la figure 4.3, certaines difficultés sont évidentes. Bien que nous puissions constater l'importance de certains chercheurs, nous constatons l'évidence de la nécessité d'utiliser des outils d'analyse statistique. Nous présentons, dans ce chapitre, plusieurs statistiques utiles à la compréhension de la structure des réseaux. Le réseau de la figure 4.3 est un réseau de la grappe de Montréal, il est composé de 114 chercheurs et de 384 collaborations.

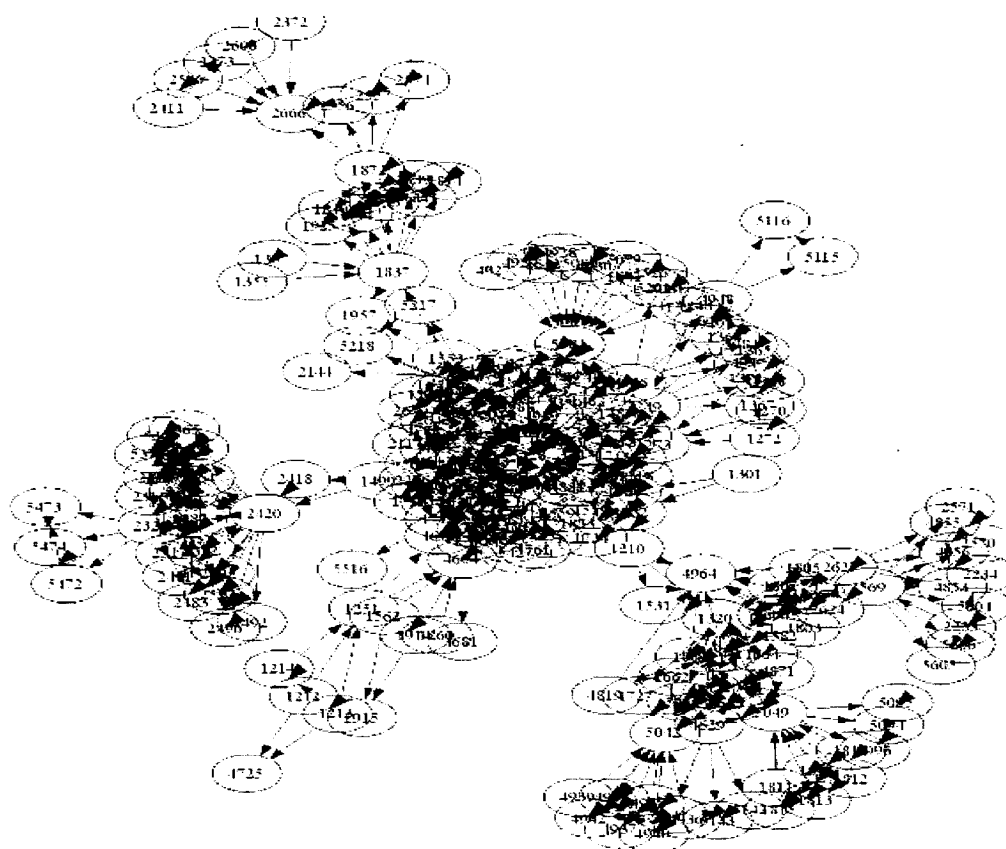


Figure 4.3 Réseau Type 2

Le tableau 4.1 présente les données sur la localisation des réseaux. Un nombre assez important de réseaux sont classés sous la catégorie « autres ». Cette classification implique que la majorité des chercheurs de ces réseaux ne sont pas de l'une de nos trois grappes industrielles (notre base de données se sert de l'adresse résidentielle des chercheurs), mais d'ailleurs au Canada ou dans le monde. Chacun de nos réseaux est classé sous une de ces quatre catégories, en cas d'égalité nous pourrions avoir deux, trois ou quatre appellations pour un même réseau. Encore une fois, en changeant notre définition de réseau et en excluant de celle-ci les chercheurs (ou groupes de chercheurs) qui sont rattachés au réseau principal par un seul lien, nous constatons dans la figure 4.3 que le réseau serait beaucoup moins grand.

Le tableau 4.2 présente le nombre total de réseaux de collaboration par grappes industrielles. Encore une fois nous nous basons sur la provenance des chercheurs au sein des réseaux pour attribuer une classification au réseau. La majorité des réseaux de collaboration auxquels les scientifiques canadiens participent ont une composante à l'extérieur des trois grandes grappes industrielles canadiennes en biotechnologie. Ces réseaux sont composés de 761 scientifiques provenant de l'extérieur du Canada et de 2069 chercheurs canadiens.

Tableau 4.1: Nombre de réseaux de collaboration partagés et non partagés

Nature du réseau	Nombre de réseaux
Autres	222
Autres, Montréal	42
Autres, Montréal, Toronto	1
Autres, Montréal, Vancouver	1
Autres, Toronto	49
Autres, Vancouver	15
Montréal	171
Montréal, Toronto	2
Montréal, Vancouver	2
Toronto	142
Toronto, Vancouver	1
Vancouver	95
Total	743

Les résultats suivants (tableau 4.2) ont été obtenus en additionnant les réseaux de collaboration situés majoritairement dans une même grappe et en majorant ensuite ce nombre par la fraction de chacun des réseaux partagés par deux, trois ou même quatre grappes. Notre critère d'inclusion est que 75% des chercheurs oeuvrant au sein du réseau doivent être inclus dans la classification. En d'autres termes, si au moins 75% des chercheurs d'un même réseau de collaboration appartiennent à la même grappe, nous attribuons cette unique localisation (soit Montréal, Toronto, Vancouver ou Autres) au réseau et celui-ci sera entièrement classé sous cette catégorie. Dans le cas contraire, nous incluons la prochaine plus grande grappe et vérifions à nouveau pour avoir inclus 75% des chercheurs totaux. Sur nos 743 réseaux de collaborations, nous avons identifié 412 réseaux qui avaient plus de 75% de leurs collaborateurs situés dans la même grappe. Ceci implique que 331 réseaux ont au moins 25% de leurs collaborateurs situés à l'extérieur de leur grappe d'attache. Ceci semblerait indiquer que la territorialité des grappes industrielles au niveau de l'innovation est plus ou moins chancelante. Il se pourrait que les innovations les plus importantes requièrent l'apport de chercheurs spécialisés, mais délocalisés. L'espace technologique serait plus important que l'espace géographique en ce qui à trait à l'innovation. Comme nous le constatons, Montréal est la grappe industrielle avec le plus de réseaux de collaboration suivit par Toronto et Vancouver. Nous croyons qu'une des raisons pour laquelle un si grand nombre (276) de réseaux sont situés à l'extérieur de nos trois grappes est que plusieurs petites grappes, situées géographiquement près de nos grappes, sont incluses dans la classification Autre. Comme le démontre bien le tableau 4.3, même si la classification Autres regroupe beaucoup de réseaux, une moins grande proportion des chercheurs de ceux-ci sont majoritairement de la même grappe en comparaison avec les trois grappes canadiennes.

Tableau 4.2: Nombre de réseaux de collaboration par grappes

Nature du réseau	Nombre total de réseaux
Autre	276

Nature du réseau	Nombre total de réseaux
Montréal	195
Toronto	168
Vancouver	104
Total	743

Le tableau 4.3 donne une bonne idée de la distribution géographique des réseaux plus décentralisés. Ceci pourrait être un bon indicateur de la diversité de la provenance des idées génératrices d'innovations. Nous constatons que Toronto semble avoir plus (32% pour Toronto vs 20 et 16 pour Montréal et Toronto) d'affinité à générer des collaborations avec des chercheurs situés géographiquement plus loin. L'intégration au sein de réseaux décentralisés, donnant accès aux tout derniers développements scientifiques, pourrait être considérée comme un net avantage compétitif pour une firme.

Tableau 4.3: Nombre de réseaux de collaboration avec moins de 75% des chercheurs dans la même grappe

Grappe	Nombre de réseaux	Pourcentage des réseaux dans la grappe
Autre	107	39 %
Montréal	38	20 %
Toronto	53	32 %
Vancouver	17	16 %
Total	215	29 %

Un des facteurs importants qui caractérisent les 743 réseaux que nous avons identifiés dans cette recherche est le niveau d'activité des chercheurs au sein de ceux-ci. Ce niveau peut être mesuré par le nombre de collaborations associées à chaque

chercheur au sein du réseau. Le nombre total de collaborations dans chaque réseau est une représentation de la quantité d'information échangée au sein du réseau et de sa productivité : ceci est vrai dans la mesure où l'on assume que les collaborations entre les chercheurs ont mené à la création de connaissances et ultérieurement à des brevets. Cette représentation de l'activité de recherche au sein des réseaux ne tient pas compte de l'innovation produite (mesurée ici par les brevets) par des chercheurs qui ont breveté leurs découvertes comme auteur seul. Cela même si ces auteurs ont travaillé sur d'autres brevets avec d'autres chercheurs.

La figure 4.4 et le tableau 4.4 sont destinés à faciliter la compréhension de la notion du nombre de collaboration. Nous définissons premièrement ce qu'est une collaboration pour ensuite expliquer ce qu'est le ratio de collaboration.

Tableau 4.4: Réseau fictif, ratio de collaborations

Brevets	Auteurs	A	B	C	D	E	F
1		X	X	X			
2			X	X	X		
3		X				X	
4			X	X		X	
5					X		X

Le tableau 4.4 présente 6 brevets, de 1 à 6 pour nos 6 auteurs, A à F. nous constatons que le brevet 1 fut déposé par les chercheurs A, B et C et ainsi de suite. Une collaboration est créée chaque fois que deux auteurs travaillent ensemble. Dans le cas des auteurs B et C, nous constatons qu'ils ont travaillé ensemble sur trois brevets (brevet 1, brevet 2 et brevet 4), ceci est représenté dans la figure 4.4. Le ratio de collaboration est simplement le nombre de collaborations totales au sein d'un réseau divisé par le

nombre de chercheurs. Dans notre exemple fictif, nous avons 11 collaborations pour 6 chercheurs, donc un ratio de collaboration de 1,83 ce qui implique que chaque chercheur du réseau a collaboré en moyenne avec d'autres chercheurs 1,83 fois.

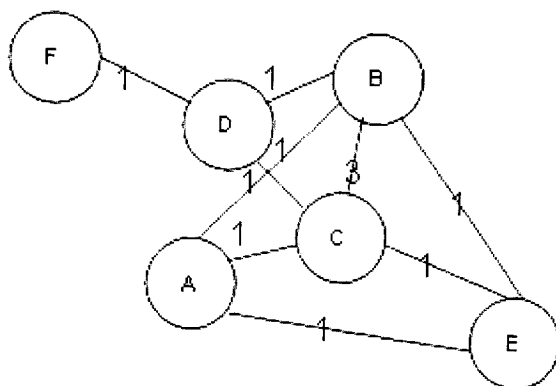


Figure 4.4 Réseau Type 2

Les tableaux 4.5 et 4.6 montrent le nombre moyen de collaborateurs à l'intérieur de chacun des réseaux et le nombre moyen de collaborations. Les réseaux basés à Montréal ont presque le double du nombre de collaborations totales que ceux de Toronto ou de Vancouver.

Tableau 4.5: Nombre de collaborations et de collaborateurs par réseau qui ont moins de 75% de leurs chercheurs dans la même grappe.

Grappe	Nombre moyen de collaborateurs par réseau	Nombre moyen de collaborations par réseau
Autres	6	12
Montréal	8	17
Toronto	5	9
Vancouver	6	10

Tableau 4.6: Nombre de collaborations et de collaborateurs par réseau qui ont plus de 75% de leurs chercheurs au sein de la même grappe.

Grappe	Nombre moyen de collaborateurs par réseau	Nombre moyen de collaborations par réseau
Autres	10	24
Montréal	12	25
Toronto	7	14
Vancouver	8	14

Nous pouvons comparer les données des tableaux 4.5 et 4.6 afin de constater la différence entre les réseaux plus concentrés et les réseaux plus décentralisés. Les réseaux décentralisés sont constitués en moyenne d'un plus petit nombre de chercheurs et ont généralement une collaboration globale plus limitée que les réseaux centralisés, *i.e.*, ils ont un plus petit ratio de collaboration. Ceci n'implique pas qu'ils sont de moindre importance ; ils donnent accès à de la technologie et à des innovations géographiquement éloignées. Afin d'éliminer l'effet d'échelle, nous avons utilisé le ratio de collaboration pour comparer les réseaux. En analysant les données, nous constatons une fois de plus que les réseaux centrés sur Montréal (les réseaux dont plus de 75% des chercheurs appartiennent à la grappe de Montréal) ont presque le double de collaborations que les réseaux basés à Toronto ou à Vancouver. Par contre, en examinant le ratio de collaboration (voir le tableau 4.7), nous constatons que cette différence entre les grappes est considérablement réduite. Ce ratio (ratio de collaboration) représente le nombre de collaboration par chercheurs dans un réseau en particulier. Ce ratio peut être modifié afin de donner une représentation plus juste des réseaux productifs en retirant du calcul du ratio les réseaux qui n'ont produit qu'un seul brevet. Nous obtenons ainsi le ratio de la deuxième colonne. En général, les tableaux 4.5, 4.6 et 4.7 ne montrent pas de différences significatives entre la constitution des réseaux de nos trois grappes et de la région « Autres ».

Tableau 4.7: Ratios de collaboration par grappe

Grappe	Ratio de collaboration	Ratio de collaboration sans les réseaux avec un ratio de collaboration de 1
Autres	1,38	2,3
Montréal	1,32	2,3
Toronto	1,33	2,01
Vancouver	1,33	2,3

Nous présentons le nombre total de chercheurs par grappe dans le tableau 4.8. La façon dont nous avons recueilli ces données induit une certaine erreur : en effet si un auteur a déménagé au cours de sa vie, nous pourrions l'avoir inclus deux fois, car notre outil de différenciation des auteurs se base sur le nom et l'adresse de celui-ci. Cette manière de procéder permet toutefois de tenir compte du fait qu'un chercheur, en déménageant, amène avec lui son savoir et ses contacts.

Tableau 4.8: Nombre de chercheurs par grappe

Grappe	Nombre total de chercheurs
Montréal	818
Toronto	582
Vancouver	357
Autres	1073
Total	2830

Ces différentes données statistiques nous permettent de mesurer l'impact des réseaux de collaborations sur l'innovation technologique et ceci en utilisant les brevets

résultants de collaborations entre chercheurs. Nous avons également de l'information relative à la production des auteurs qui ont breveté seuls.

En analysant la collaboration à l'intérieur des réseaux (tableau 4.9), nous réalisons qu'il y a beaucoup de collaboration entre les différentes régions. Nous pouvons même, en utilisant le ratio du nombre de collaborations par chercheur dans chaque réseau, comparer la capacité de diffusion de l'information d'un réseau à l'autre. En effet, plus il y a de collaborations par chercheur, plus on peut supposer que l'information circule bien au sein du réseau. Certains réseaux sont beaucoup plus productifs en termes de collaborations. L'important serait d'être capable de bien comprendre l'impact de ces différences d'un réseau à l'autre sur la production d'innovations technologiques et même sur la diffusion d'informations scientifiques dans le domaine de la biotechnologie. L'étude des résultats présentés au tableau 4.10 nous démontre que le réseau ayant le meilleur ratio de collaborations par chercheur a un ratio de 11,7 ce qui implique que chacun des chercheurs affiliés à ce réseau a en moyenne travaillé avec environ 12 chercheurs sur différents projets qui ont mené à des brevets. Ceci implique un degré de collaboration très élevé et par conséquent un réseau de collaboration très entremêlé, probablement relativement difficile à intégrer pour de nouveaux chercheurs. À l'opposé, nous avons les réseaux qui collaborent peu, qui présentent un ratio de 1 (ou près de 1), i.e. chacun des chercheurs a collaboré avec un seul autre chercheur et ce, une seule fois. Il y a deux façons d'interpréter ce résultat : premièrement, si la taille du réseau de collaboration est de moyenne à grande, il pourrait s'agir d'une indication que les connections entre les chercheurs sont éparses, ceci impliquerait un réseau de collaboration linéaire (en opposition avec un réseau de forme matriciel) ou encore que quelques chercheurs ont travaillé avec la majorité des autres chercheurs. Nous pouvons différencier ces deux cas en calculant l'index de Herfindahl du nombre de collaborations associées à chacun des chercheurs du réseau. Ces résultats sont présentés dans le tableau 4.11 et discuté ultérieurement. Deuxièmement, si la taille du réseau est petite, ceci pourrait signifier que le réseau de collaboration est jeune et en croissance ou simplement

que la diffusion de l'information dans ce réseau n'est pas très efficace. Dans ce dernier cas, le réseau pourrait aussi être constitué de quelques jeunes chercheurs pas encore réellement impliqués dans un réseau de chercheurs, mais qui ont simplement travaillé ensemble sur un projet. L'étude du tableau 4.9 nous permet de constater que notre ratio moyen est de 1,24, ce qui implique que la collaboration moyenne au sein des réseaux est relativement bonne. Afin d'avoir une meilleure idée de la collaboration relative entre les chercheurs dans nos réseaux, nous avons éliminé encore une fois les réseaux avec un ratio de 1 afin de ne pas tenir compte de réseaux qui ont uniquement travaillé sur un brevet. Ceci fait, nous arrivons avec une nouvelle moyenne de 1,75 et le plus petit réseau possède un ratio de 1,09. Pour pouvoir réellement apprécier ces chiffres, il faudrait les comparer avec des chiffres d'autres industries afin de statuer sur la force de la dynamique innovatrice au sein des grappes en biotechnologie.

Tableau 4.9 : Ratios de collaboration normaux et modifiés par grappe

Grappe	Ratios de collaboration			Ratios de collaboration sans les réseaux à un seul brevet		
	Min	Moy	Max	Min	Moy	Max
Autre	1	1,54	11,69	1,10	1,83	11,69
Montréal	1	1,30	4,65	1,11	1,69	4,65
Toronto	1	1,42	3,08	1,20	1,67	3,08
Vancouver	1	1,38	3,65	1,09	1,63	3,65
Total	1,0	1,24	11,69	1,09	1,75	11,68

Dans la partie suivante nous allons tenter de localiser géographiquement les réseaux et de mesurer l'impact de ceux-ci sur la diffusion de l'information au sein de la grappe. Le tableau 4.10 présente les 36 meilleurs réseaux d'un point de vue du ratio de

collaborations. Nous croyons que la localisation géographique de ces réseaux a un impact très important sur la diffusion de l'information et l'accès à celle-ci. En conséquence, nous pouvons assumer que le fait d'être situé à proximité de ces réseaux constitue un net avantage compétitif pour les firmes de recherche en biotechnologie. Nous devons analyser les données dans ce tableau avec précaution, car un réseau pourrait avoir un très grand ratio de collaboration, mais un petit nombre de chercheurs. Un petit nombre de chercheurs limite évidemment la diffusion de la connaissance. Par contre, un très grand réseau avec un petit ratio de collaboration n'est pas nécessairement mauvais. Nous pouvons utiliser l'analogie suivante pour clarifier cette situation : si nous disposons d'une connexion internet très rapide (comparable à un grand nombre de chercheurs), mais que nous ayons une limite de capacité de téléchargement petite par jour (petit nombre de collaborations) nous ne serons pas capable de télécharger beaucoup d'information pas plus que si nous disposions d'une connexion illimitée (beaucoup de collaboration), mais d'un vieux modem 14.4 (petit nombre de chercheurs). Il est important de regarder les deux critères afin d'évaluer le potentiel des réseaux pour les firmes et par conséquent pour les grappes qui veulent attirer les firmes.

Il est intéressant de noter que près de la moitié (17 sur 36) des réseaux avec un ratio de collaboration supérieur à deux ont moins de 75% de leurs chercheurs qui sont considérés comme locaux, *i.e.* qui sont domiciliés dans la région géographique (ci-après dénommée grappe) dominante. Par ailleurs, 16 réseaux sur 36 sont basés ailleurs que dans nos trois grappes. Ces deux observations mettent en doute notre définition géographique de grappe innovante. En effet, nous constatons que les réseaux de collaborations les plus actifs ne sont pas localisés ou concentrés géographiquement au sein d'une seule grappe. Cette observation sous-entend une définition de grappe non territoriale, qui serait basée plus sur la synergie interentreprises et l'échange d'information que sur la localisation géographique. Nous conserverons toutefois notre définition géographique des grappes innovantes afin de terminer notre analyse, mais en étant conscient de cette dichotomie.

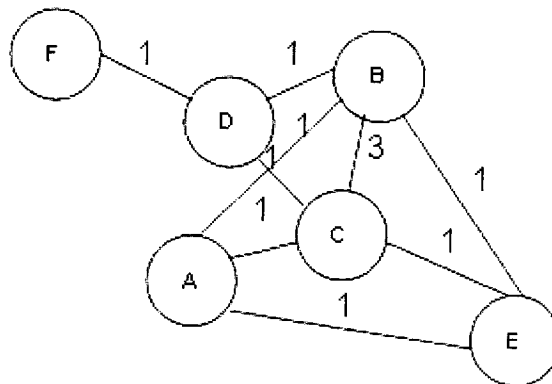
Tableau 4.10: Les 36 réseaux avec un ratio de collaboration supérieur à 2

Réseaux	Nombre de Chercheurs	Nombre de collaborations entre les chercheurs	Ratio collaboration / chercheurs	Classement général de la grappe	Pourcentage des chercheurs inclus dans la classification générale
107	26	304	12	Autre	88
672	12	67	6	Autre	91
1	183	850	5	Montréal	66
214	14	76	5	Autre	71
455	20	73	4	Vancouver	50
72	10	43	4	Montréal	40
20	16	66	4	Montréal	87
2	9	37	4	Montréal	77
27	10	27	3	Vancouver	80
7	28	83	3	Autre	53
5	114	384	3	Montréal	81
3	26	69	3	Autre	57
78	20	53	3	Vancouver	60
91	11	35	3	Montréal	72
92	6	16	3	Autre	83
100	7	22	3	Autre	57
124	13	39	3	Montréal	92
127	10	28	3	Montréal	80
57	10	26	3	Vancouver	80
321	13	40	3	Toronto	53

Tableau 4.10 Suite

Réseaux	Nombre de Chercheurs	Nombre de collaborations entre les chercheurs	Ratio collaboration / chercheurs	Classement général de la grappe	Pourcentage des chercheurs inclus dans la classification générale
682	6	16	3	Montréal	66
639	13	43	3	Vancouver	61
511	7	22	3	Autre	71
500	29	82	3	Vancouver	75
499	34	103	3	Toronto	76
498	26	75	3	Toronto	65
174	13	36	3	Montréal	61
340	6	16	3	Autre	83
228	36	101	3	Autre	52
310	7	22	3	Autre	85
267	10	27	3	Montréal	100
258	8	23	3	Autre	75
238	6	16	3	Autre	83
232	6	16	3	Autre	83
697	6	16	3	Autre	66
443	17	53	3	Autre	76

La figure 4.5 présente notre réseau fictif et les calculs nécessaires à son ratio d'Herfindahl. Comme déjà expliqué, les nombres sur les liens entre les chercheurs représentent le nombre de fois que les chercheurs ont collaboré entre eux.



$$I_{Herfindahl} = \frac{(1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 3^2)}{(3 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1)^2} = 0,22$$

Figure 4.5 Réseau fictif, ratio Herfindahl

Comme nous l'avons déjà mentionné, le tableau 4.11 présente les différents index d'Herfindahl pour chacune des grappes, rappelons que ce ratio est une valeur entre 0 et 1 qui permet de quantifier l'importance des chercheurs clés au sein de chacun des réseaux. Un réseau avec un très grand ratio (près de 1) représenterait une situation où le réseau serait essentiellement basé sur quelques chercheurs vedettes, voire un seul dans le cas limite d'un ratio de 1. Au contraire, un petit ratio (près de 0) serait représentatif d'un réseau où l'innovation proviendrait de plusieurs chercheurs, sans nécessairement avoir de chercheur dominant. L'étude de nos résultats, bien que ceux-ci soient tous relativement semblables, semble montrer que le rôle des chercheurs clés au sein des réseaux de Toronto est légèrement plus important que dans les autres grappes. En effet, comme le ratio d'Herfindahl est plus élevé, le réseau est plus centralisé sur certains chercheurs clefs.

L'index d'Herfindahl de chacun de nos réseaux de collaborations, est calculé à partir du rapport de la sommation des carrés du nombre de collaborations par chercheur (numérateur) par la sommation au carrée du nombre de collaborations par chercheur.

Dans l'équation suivante, CPC représente le nombre de collaborations par chercheur d'un réseau.

$$Index_d'Herfindahl = \frac{\sum (CPC)^2}{(\sum CPC)^2}$$

Tableau 4.11 : Index d'Herfindahl par grappe

Grappe	Index moyens d'Herfindahl
Autre	0,5854
Montréal	0,6244
Toronto	0,6564
Vancouver	0,6276

Le tableau 4.12 nous donne la répartition géographique de nos « meilleurs » réseaux. Les meilleurs réseaux ici sont ceux dont le ratio de collaboration est supérieur à 2. Nous constatons que la grappe qui en possède le plus entre dans la catégorie « Autre », signifiant que le plus grand nombre de « meilleurs » réseaux ont une majorité de chercheurs à l'extérieur de Montréal, Toronto ou Vancouver. En deuxième rang vient la grappe de Montréal, qui implique que Montréal pourrait bénéficier d'une plus grande quantité de réseaux de collaboration performants qui contribuent à faire diffuser et à transmettre l'information dans le domaine des biotechnologies. Nous croyons que le grand nombre de réseaux situés dans la catégorie Autres est dû à la présence d'autres fortes grappes en biotechnologie relativement près pour que celles-ci aient une grande influence sur une de nos trois grappes. Examinons par exemple le réseau no 107): 12 % des chercheurs de celui-ci sont de la grappe de Montréal et 88% de l'Indiana. Nous sommes donc en présence d'un réseau de collaboration qui lie l'Indiana à la grappe de Montréal. La grappe de Montréal peut potentiellement bénéficier d'un transfert de connaissance qui résulte de ce lien. Ceci est un facteur qui peut être considéré comme un effet positif sur la production d'innovation technologique au sein de la grappe de

Montréal. Il faut donc regarder attentivement, non pas seulement la localisation géographique principale d'un réseau, mais aussi la deuxième ou la troisième localisation d'importance. Il est aussi très intéressant de constater que les Montréal et Vancouver ont environ les mêmes pourcentages (5,6 et 5,7) de leurs réseaux qui sont très collaborant (ratio de collaboration supérieur à 2) alors que pour Toronto il est environ trois fois plus faible (1,8). Ceci signifie que Toronto dispose environ de trois fois moins de réseaux très performants au niveau de nombre de collaborations par chercheurs.

Tableau 4.12: Localisation des meilleurs réseaux (Ratio de collaboration supérieur à 2)

Grappes	Nombre de meilleurs réseaux	Nombre de réseaux totaux	Pourcentage
Autres	16	276	5,8 %
Montréal	11	195	5,6%
Toronto	3	168	1,8%
Vancouver	6	104	5,8%

4.1.2 Évaluation et mesure de l'innovation

Nous pouvons considérer le nombre de brevets produits par une grappe comme étant une mesure du rendement qui nous permet de quantifier l'innovation technologique. Les figures suivantes démontrent l'évolution de la production de brevets (touchant nos catégories d'innovations : C-12-N et C-07) dans les trois plus importantes grappes industrielles en biotechnologie au Canada pour les années 1979 à aujourd'hui¹⁸.

¹⁸ (L'information de 2005 est en date du 15 février, n'étant pas complète on ne peut l'utiliser directement pour réaliser des projections)

Les figures 4.6 et 4.7 montrent que Montréal est une grappe productive en biotechnologie depuis bien plus longtemps que Toronto ou Vancouver. Ceci amène obligatoirement des disparités dans le nombre total de brevets produits par grappe. Nous constatons qu'il semble y avoir deux phases dans la vie de la grappe de Montréal : de 1976 à 1989 et de 1989 à aujourd'hui. Par ailleurs, les grappes de Toronto et de Vancouver ont connu une croissance régulière depuis leurs débuts respectifs. Une partie de la décroissance au niveau de la production de brevets de la grappe de Montréal vers les années 1986 pourrait en partie s'expliquer par l'émergence de la grappe de Toronto et la fuite potentielle de plusieurs chercheurs de Montréal vers Toronto. Néanmoins, nous constatons que depuis 1996 la grappe de Toronto produit une plus grande quantité de brevets que celle de Montréal, et ceci bon an, mal an.

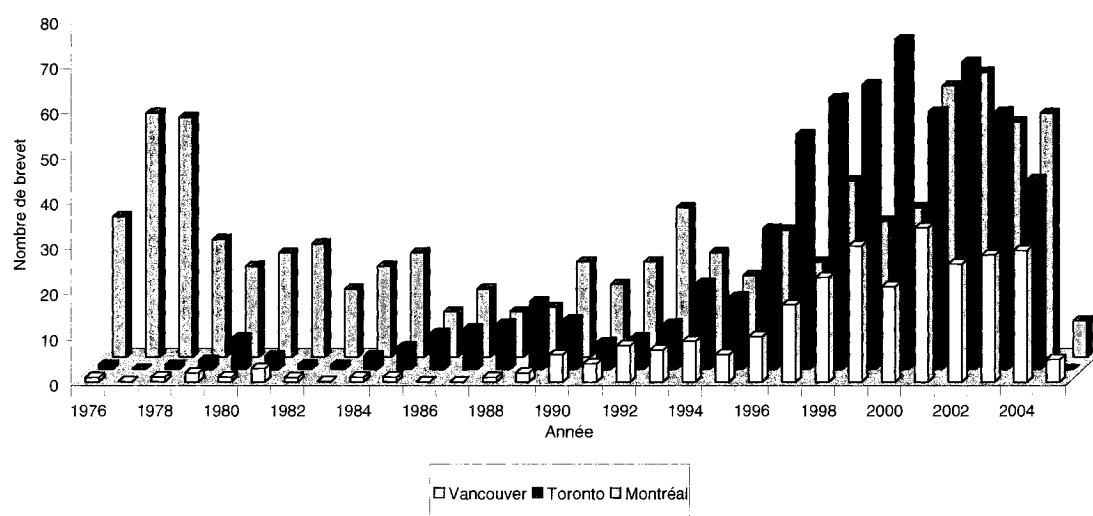


Figure 4.6: Production annuelle du nombre de brevets produits à Montréal, Toronto et Vancouver

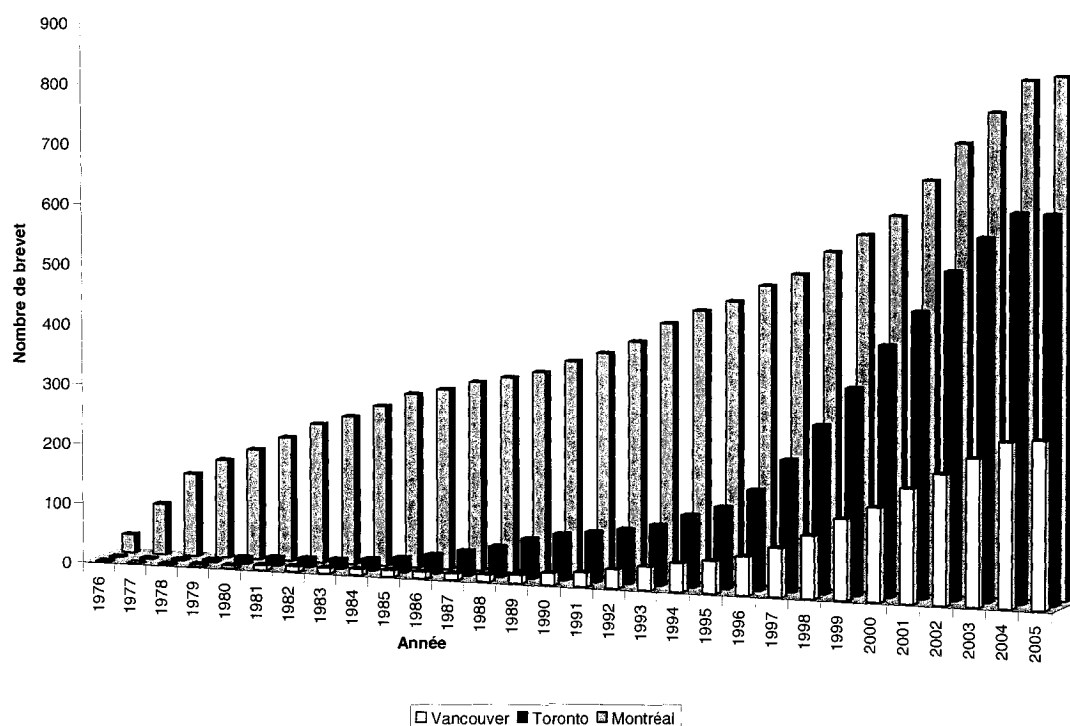


Figure 4.7: Production cumulative de brevets produits à Montréal, Toronto et Vancouver

Il est intéressant de regarder la figure 4.8, car elle nous montre l'évolution du nombre d'inventeurs par grappe. Bien qu'en 2001 Montréal ait augmenté le nombre de ses collaborateurs par rapport à la grappe de Toronto, Montréal continue de produire moins de brevets que cette dernière. Peut être les effets de cet investissement en capital humain seront visibles dans quelques années, il reste toutefois que pour le moment, Toronto, avec plus d'argent et moins de chercheurs, génère plus d'innovations que Montréal ou Vancouver. Il sera important de bien suivre l'évolution du nombre de collaborateurs par grappe et de la recherche qui en résulte dans les prochaines années. Nous pourrions croire que le mouvement de migration de chercheurs depuis Montréal vers Toronto amorcé en 1995 pourrait être attribuable au référendum sur la souveraineté du Québec, pour pouvoir confirmer cette hypothèse, d'autres données seraient nécessaires.

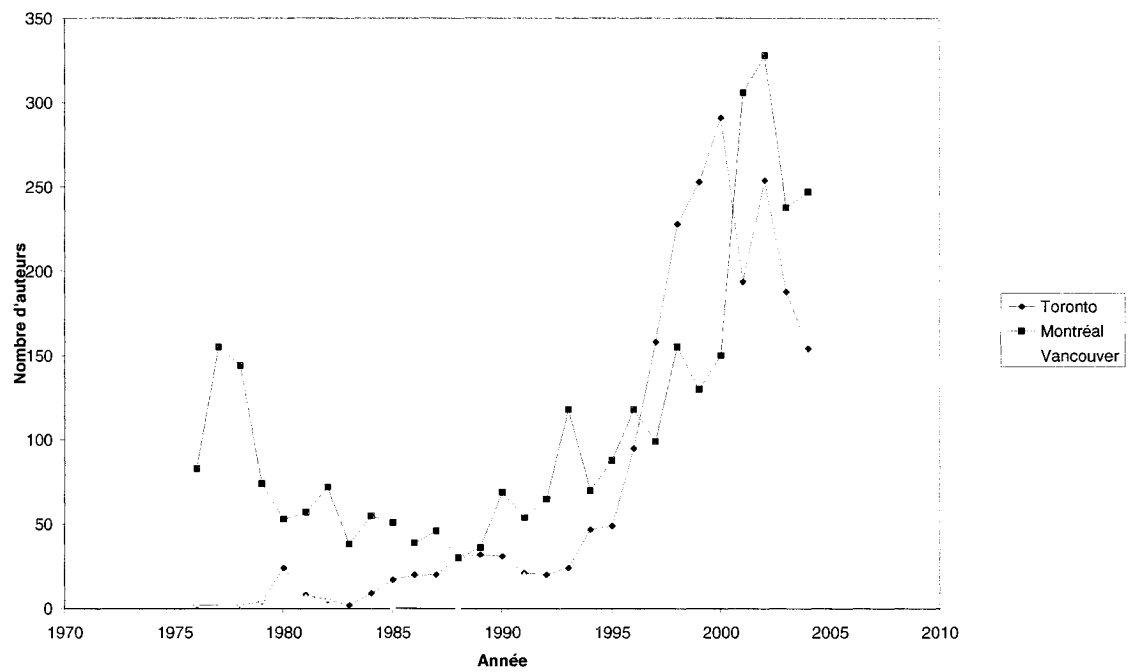


Figure 4.8 : Évolution du nombre d'inventeurs par grappe

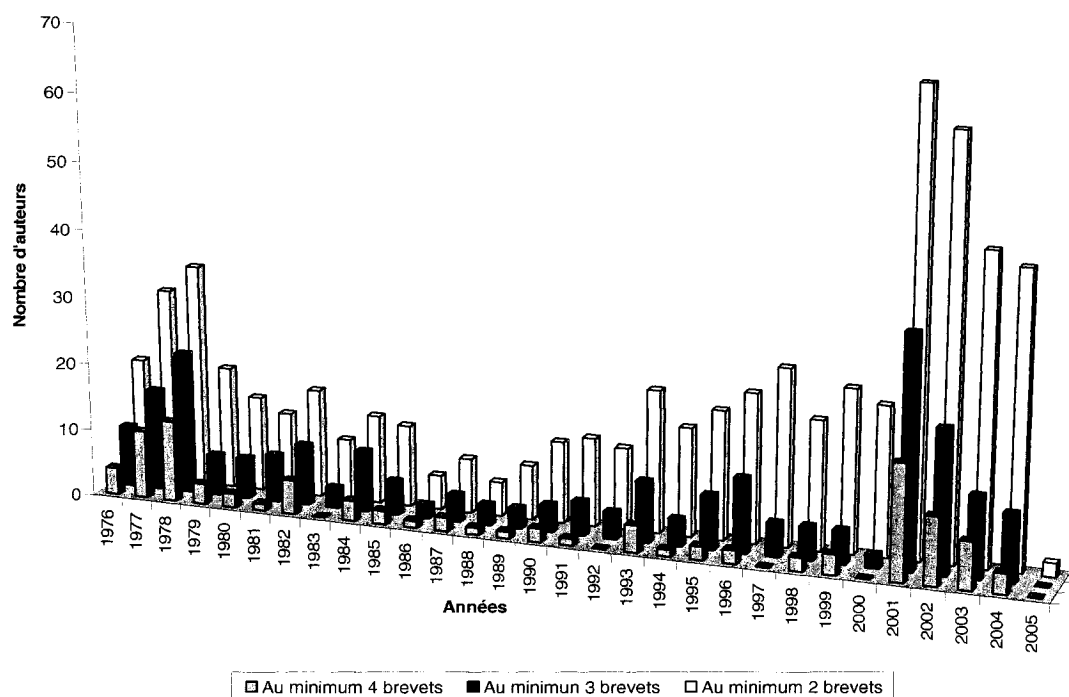


Figure 4.9 : Évolution, pour la grappe de Montréal, du nombre d’auteurs participant à 2, 3 et au moins 4 brevets par année

Les figures 4.9, 4.10 et 4.11 nous montrent l’évolution du nombre de chercheurs par grappe qui ont contribué à 2, 3 et au moins 4 brevets. Cette classification nous donne un aperçu du nombre d’auteurs qui ont eu une certaine influence dans le domaine en contribuant à plusieurs brevets. Cette statistique ne constitue pas un remplacement de l’évaluation de nos scientifiques vedettes, ce que nous verrons à la section 4.1.4. Dans ces figures, l’information présentée montre aussi les auteurs qui ont travaillé à des brevets qui ne servent à rien, de peu d’importance ou de trompe-l’œil pour les entreprises qui voudraient s’approprier le travail d’autrui. Montréal présente un plus grand nombre de chercheurs ayant participé à plus de 1 brevet que Toronto et Vancouver et ce même depuis la montée de Toronto vers les années 1996-1997. Ceci porte à croire que même si Montréal produit aujourd’hui un plus petit nombre absolu de brevets par

année que Toronto, ceux-ci en général sont produits par un petit groupe de chercheurs récurrents. C'est un phénomène intéressant ou encore cela signifie simplement que la grappe de Montréal est plus spécialisée que celle de Toronto ou de Vancouver dans les champs spécifiques à nos catégories de brevet.

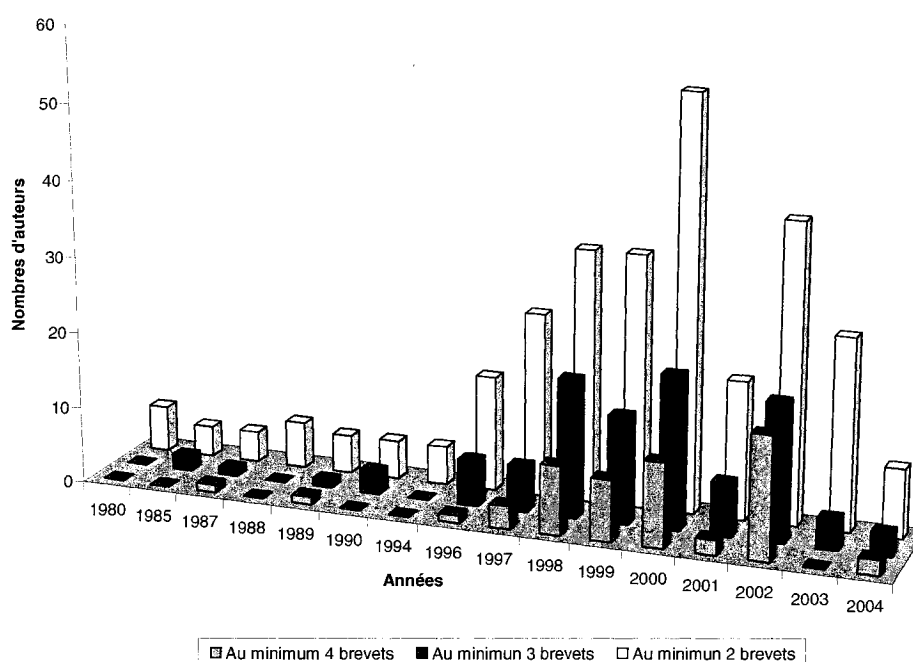


Figure 4.10 : Évolution, pour la grappe de Toronto, du nombre d'auteurs participant à 2, 3 et au moins 4 brevets par année¹⁹

¹⁹ Les années où la production de brevet dans une catégorie fut nulle n'ont pas été représentées sur les figures

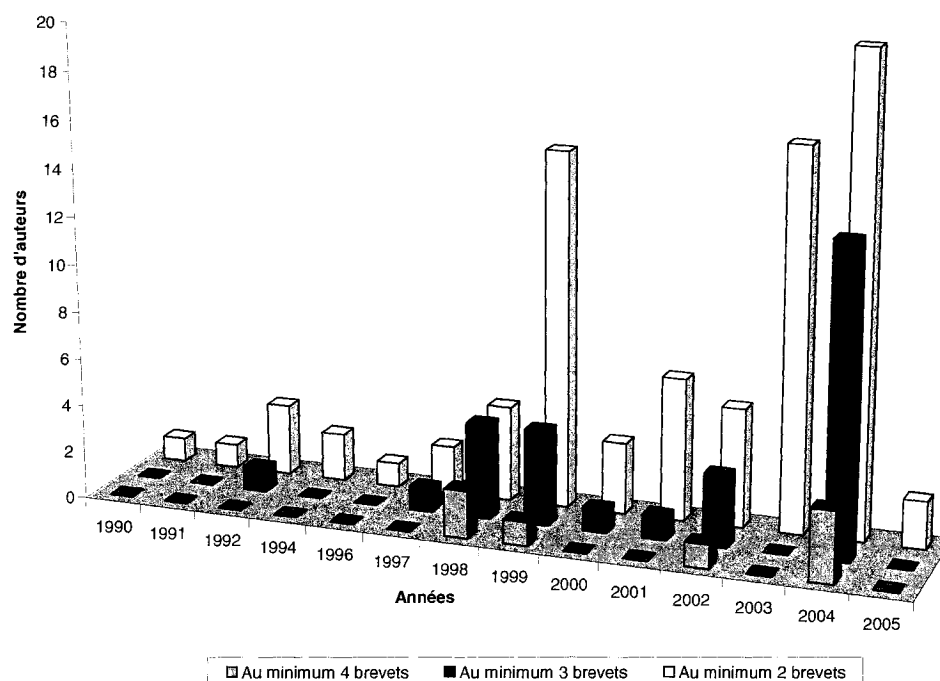


Figure 4.11 : Évolution, pour la grappe de Vancouver, du nombre d'auteurs participant à 2, 3 et au moins 4 brevets par année

La figure 4.12 nous permet d'avoir une vue d'ensemble de l'évolution du nombre d'auteurs qui ont produit plus de deux brevets. Encore une fois, nous constatons la large dominance de Montréal à ce niveau, et ce, particulièrement depuis 2000.

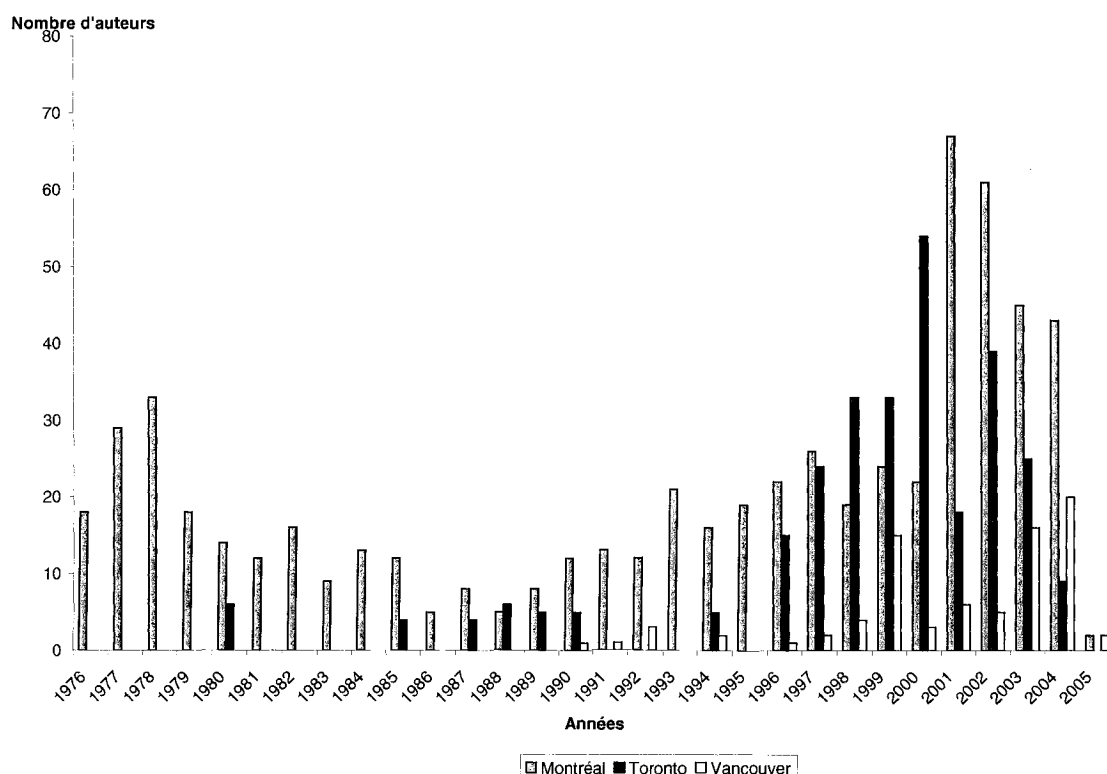


Figure 4.12 : Comparaison de l'évolution du nombre d'auteurs participant à un minimum de deux brevets par année entre Montréal, Toronto et Vancouver

4.1.3 Auteurs étoiles

Dans la section précédente, nous avons examiné l'évolution du nombre de chercheurs ayant participé à plus de deux brevets. Dans cette section, nous raffinerons un peu cette analyse en étudiant les chercheurs ayant le plus marqué la création d'innovations dans leurs secteurs, un peu à la lumière de ce qu'on fait Zucker et Darby (1996) et Olivier (2004). Les premiers ayant étudié le rôle des chercheurs dominant sur la science et la deuxième ayant étudié les réseaux de collaboration. Nous regardons donc le rôle des chercheurs clés au sein des réseaux et leur impact sur celui-ci.

Nous amenons dans la figure 4.13 la représentation de notre réseau fictif avec l'explication des participations. Une participation est répertoriée simplement à chaque fois qu'un auteur participe à un brevet, qu'il soit seul ou avec des collaborateurs. Dans notre exemple, si les auteurs F et E, en plus des brevets auxquels ils avaient déjà collaboré ont breveté un brevet chacun : le nombre de collaborations reste identique, mais pas celui des participations.

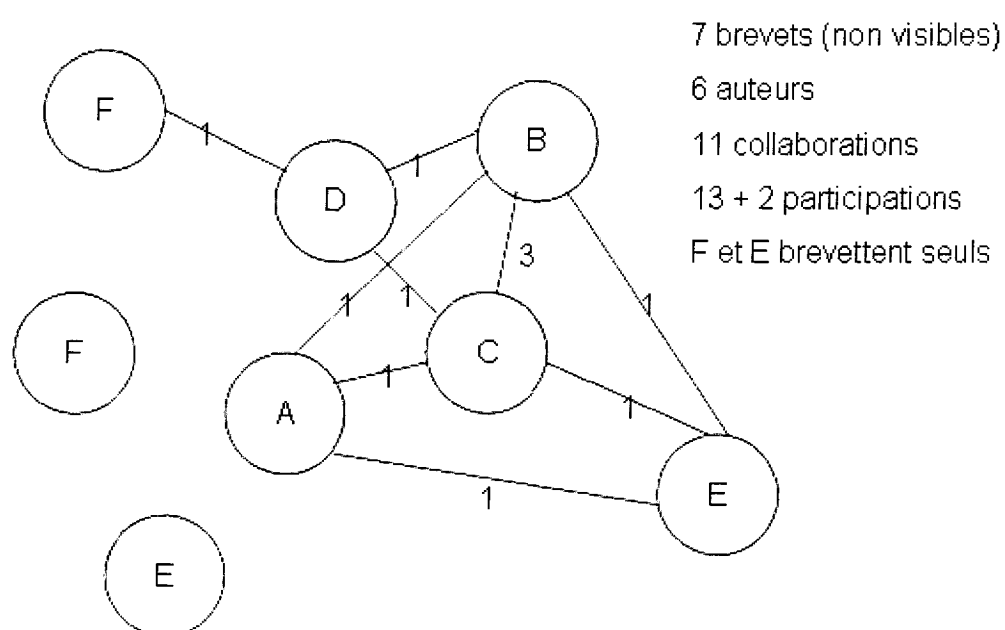


Figure 4.13 : Réseau fictif, calcul des participations

Le tableau 4.13 nous donne le nombre de participations totales par grappe, *i.e.* chaque fois qu'un nom d'un auteur apparaît sur un brevet, nous comptons ceci comme une participation. Donc même si un auteur brevette une invention seul, cette donnée compte. Conséquemment, nous avons été en mesure de calculer le ratio du nombre moyen d'auteurs par brevet par grappe.

Tableau 4.13: Nombre de participations totales par grappes

Grappe	Nombre de participations	Ratio nombre d'auteurs / brevets
Montréal	3204	3,74
Toronto	2182	3,31
Vancouver	932	3,36

Nous constatons une légère différence entre les auteurs de la grappe de Montréal et ceux des grappes de Toronto et de Vancouver. Ceux de Montréal ont, en moyenne, une tendance à travailler avec plus de chercheurs. Ceci explique en partie pourquoi Montréal a beaucoup plus de participation que les deux autres grappes. En effet, si un brevet est produit par des auteurs de la grappe de Montréal, nous aurons en moyenne 3,74 co-auteurs du brevet contre 3,31 et 3,36 pour Toronto et Vancouver. Ceci porte à croire que la grappe de Montréal offre de meilleures collaborations à ces chercheurs, meilleures au sens de plus accessible ou plus nombreuses, pas nécessairement plus performantes. Nous verrons plus en détail ce ratio pour chacun des réseaux de collaboration lors de l'analyse des tableaux 4.20 et 4.21.

Le tableau 4.14 montre le nombre total d'auteurs ayant produit un minimum de 20 brevets pour chacune de nos grappes.

Tableau 4.14 : Nombre d'auteurs avec au moins 20 brevets

Grappe	Nombre d'auteurs avec au moins 20 brevets
Toronto	5
Montréal	18
Autre	2

Le tableau 4.15 montre le nombre total d'auteurs ayant produit un minimum de 10 brevets pour chacune de nos grappes.

Tableau 4.15 : Nombre d’auteurs avec au moins 10 brevets

Grappe	Nombre d’auteurs avec au moins 10 brevets
Autre	6
Montréal	70
Toronto	24
Vancouver	1

Ces derniers tableaux nous montrent l’importance des chercheurs clés, particulièrement au sein de la grappe de Montréal. Il semble intuitif que nous retrouvions plus d’auteurs plus productifs dans la grappe de Montréal étant donné que ceux-ci sont en général plus nombreux par brevets (tableau 4.14 et tableau 4.15), mais cette différence ne peut être seulement attribuable à ce phénomène seul. On peut donc croire que les chercheurs clés jouent un rôle plus important dans la grappe de Montréal que dans celles de Toronto et de Vancouver. Bien que Vancouver soit loin derrière, nous devons aussi considérer que ces statistiques tiennent compte des données depuis 1976. Comme les chercheurs de Montréal ont produit passablement plus de brevets que les scientifiques des deux autres villes, il est naturel que Montréal ait un plus haut score quant au nombre de chercheurs avec plus de brevets. Toutefois, comme nous l’avons déjà mentionné, nous croyons que la recherche à Montréal est plus centrée sur un certain nombre de chercheurs clés qui sont générateurs de connaissances et servent d’initiateurs alors que pour Toronto et Vancouver, le rôle des chercheurs clés est moins central. Encore une fois, nous soulevons le fait que nos chercheurs centraux pourraient être des directeurs de laboratoires qui posent leur nom sur tous les brevets. Ces résultats semblent aux premiers abords être en contradiction avec notre analyse des ratios d’Herfindahl. En effet, nous avons conclu que les réseaux de Toronto étaient plus orchestrés autour des chercheurs étoiles que la grappe de Montréal ou de Vancouver. Ces différences s’expliquent par la nature différente des réseaux de Toronto et de ceux de Montréal. Les réseaux de Montréal comptent sur plusieurs chercheurs étoiles, des

chercheurs dont la contribution scientifique est très importante, ceci a pour effet d'abaisser le ratio d'Herfindahl, car plusieurs chercheurs ont un rôle clef et pas uniquement un seul. En opposition, Toronto qui compte sur moins de chercheurs étoiles n'en a qu'un ou deux par réseau, ce qui se traduit par un plus grand ratio d'Herfindahl. Un réseau qui compterait plusieurs chercheurs étoiles serait beaucoup plus dense et possiblement plus efficace au niveau de la diffusion de l'information. Nous devons toutefois réitérer la possibilité que certains chercheurs, que nous avons identifiés comme chercheurs étoiles, soient en fait des directeurs de laboratoires qui apposent leur nom sur tous les brevets. Cette possibilité doit être prise en considération, mais nous croyons que nos analyses restent valides.

Le tableau qui nous donne le nom de ces chercheurs clés, leur grappe d'attache ainsi que le nombre de brevets auxquels ils ont contribué est présenté à l'annexe 9. Il est intéressant de voir la répartition géographique de ces chercheurs.

Ce tableau, permet de cibler les 101 chercheurs les plus productifs qui travaillent dans une des trois plus grandes grappes en biotechnologie au Canada. Une étude plus poussée de l'importance des travaux de ces chercheurs pourrait nous permettre de mieux comprendre le chemin menant à l'innovation. Ceci est laissé pour un travail subséquent. Nous sommes cependant capable d'apprécier ce tableau en constatant que certains chercheurs se démarquent nettement du reste du groupe des chercheurs étoiles. On peut ici facilement constater la valeur ajoutée qu'ils représentent à un réseau de collaboration ou une grappe. Par exemple Michel Klein de la grappe de Toronto domine largement le groupe avec 82 brevets. Suivit par trois chercheurs de Montréal avec une quarantaine de brevets et une autre de Toronto avec également une quarantaine de brevets. Il est intéressant de se questionner sur l'effet qu'ont les chercheurs étoiles sur leur réseau respectif. L'impact de ceux-ci est-il réellement positif? En effet, nous pourrions être porté à croire qu'un chercheur étoile, en créant beaucoup de liens entre les différents chercheurs du réseau amène une certaine insécurité sur ça pérennité. Comment les

réseaux qui sont très centrés sur leurs chercheurs étoiles se remettraient-ils de la disparition de l'un de ceux-ci? Les autres chercheurs seraient-ils en mesure de transformer leurs collaborations indirectes en collaborations réelles avec les autres chercheurs du réseau? Au contraire, un réseau moins centré sur certains chercheurs étoiles, mais plus étendu serait moins dépendant de quelques chercheurs. Nous croyons tous de même que l'apport des chercheurs étoiles est positif, la plus value de ceux-ci est bien supérieure au risque de rupture qu'ils amènent. Le tableau 4.16 nous présente un résumé du tableau présenté en annexe 9, soit le nombre de participations totales des auteurs qui ont collaboré à au moins 10 brevets.

Tableau 4.16 : Nombre de participations des auteurs avec au moins 10 brevets

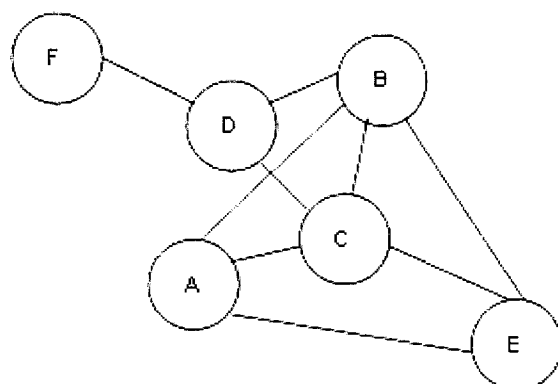
Nombre de participations des auteurs avec au moins 10 brevets

Grappe	Nombre de participations totales
Autre	95
Montréal	1233
Toronto	434
Vancouver	19

Encore une fois, l'étude de ce tableau nous fait réaliser la très grande importance qu'ont les chercheurs clés pour la grappe de Montréal. En effet, si l'on considère le rapport de ce tableau avec le total de participations par grappe, nous obtenons d'autres chiffres intéressants : les auteurs avec au moins 10 brevets représentent 38% des participations totales dans la grappe de Montréal, 20% dans la grappe de Toronto et seulement 2% dans la grappe de Vancouver. Il est intéressant de chercher à comprendre comment les chercheurs clés en sont venus à jouer un rôle aussi charnière dans la grappe de Montréal et même de Toronto alors que dans la grappe de Vancouver nous constatons plutôt un très vaste réseau de chercheurs sans réel ancrage autour de quelques, voire un seul, chercheurs clés. L'âge des grappes peut être un facteur qui contribue à ce

phénomène, en effet, il a été démontré par Baark (2005) que la maturité d'un système d'innovation est un facteur très important pour arriver à un système d'innovation fonctionnel. Il peut s'écouler plusieurs années avant tous les facteurs qui constituent le système d'innovation soit à même de fonctionner ensemble. Ceci implique que les effets bénéfiques de certains facteurs ou certaines politiques peuvent apparaître plusieurs années après l'implantation du facteur ou de la politique.

Afin d'avoir une meilleure idée de la nature même des réseaux de collaboration, nous utilisons la mesure de la densité des réseaux de Wasserman et Faust (1994). Cette mesure donne le ratio de la densité de ramification du réseau sur la ramification théorique maximale. Nous obtenons ce ratio (DR : densité du réseau) en divisant le nombre de collaborations (Coll.) dans un réseau par le nombre maximum théorique de collaborations. Le nombre maximum théorique de collaborations est calculé à partir du nombre d'auteurs dans un réseau. Si nous calculions cette densité pour notre réseau fictif, nous aurions, comme le montre la figure 4.14 une densité de 0,60. Il est important de ne pas confondre le nombre de collaborations de Wassermann et Faust (1994) Coll qui représente le nombre de liens dans le réseau et le nombre de collaborations préalablement défini dans ce mémoire. La figure 4.14 présente notre réseau fictif et la formule pour calculer la densité de réseaux de Wassermann et Faust (1994).



$$DR = Coll \sqrt{\frac{Aut(Aut - 1)}{2}}$$

Wassermann & Faust (1994)

Lien = 9

Aut = 6

DR = 0,60

Figure 4.14 : Réseau fictif, densité de réseaux

Nous présenterons cette mesure de la densité d'un réseau dans le tableau 4.20, mais avant ceci, nous introduisons le tableau 4.17 qui présente les moyennes pondérées du degré de collaboration moyen par réseau par grappe. Ce degré mesure la distance tacite entre les différents chercheurs des différents réseaux et des différentes grappes. Plus ce nombre est élevé, plus la distance moyenne entre les chercheurs du réseau est grande. Un degré de un signifierait que tous les chercheurs du réseau ont travaillé directement avec tous les autres chercheurs du réseau. À l'inverse, un très grand degré implique une grande collaboration indirecte entre plusieurs chercheurs. Par exemple, si le chercheur A à travaillé avec le chercheur B sur un projet spécifique et que le chercheur B à travaillé sur un autre projet avec le chercheur C; A et B ainsi que B et C ont une relation de degré 1 tandis que C et A ont une relation de degré 2. Nos réseaux ont des ordres variant de 1 jusqu'à plus de 14; un degré de 14 implique qu'il serait considérablement plus difficile et complexe de transmettre une information à tous les chercheurs. La diffusion de l'information sera plus difficile dans un réseau où le degré moyen est grand. Dans la figure 4.15 qui présente notre réseau fictif, il est aisé de

constater que pour avoir accès au chercheur F, le chercheur B doit absolument passer par le chercheur D, ce qui donnerait une distance tacite de deux.

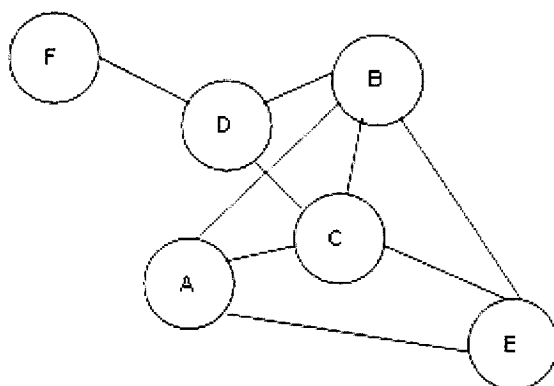


Figure 4.15 : Réseau fictif, distance tacite

Tableau 4.17 : Degré moyen de collaboration des réseaux par grappe

Grappe	Degré moyen	Degré médian	Nombre de réseaux par grappe
Autre	1,41	1.35	222
Montréal	3,38	3.33	171
Toronto	1,81	1.72	142
Vancouver	1,60	1.49	94

À première vue, il semble clair que les réseaux de Montréal sont de nature différente que ceux des deux autres grappes et ceux de la région Autres. Un degré moyen de 3,38, implique qu'en moyenne chaque chercheur va avoir collaboré avec 30% (1 chercheur sur 3,38) des chercheurs du réseau. Le tableau 4.18 nous donne le même genre de résultats, mais en excluant les réseaux qui ont une densité de réseaux de 100%,

nous effectuons cette discrimination afin d'ignorer les réseaux avec seulement trois ou quatre chercheurs qui ont uniquement breveté un brevet ou deux avec les mêmes personnes. Il faut être conscient que cette discrimination élimine beaucoup de petits réseaux et conséquemment en analyser les résultats avec relativité. Une densité de 100% implique que tous les chercheurs ont directement travaillé avec tous les autres chercheurs du réseau.

Tableau 4.18 : Degré moyen de collaboration des réseaux par grappe (sans les réseaux à densité de 100%)

Grappe	Degré moyen	Degré médian	Nombre de réseaux par grappe
Autre	1.51	1.33	53
Montréal	3.43	3.32	61
Toronto	1.94	1,87	57
Vancouver	1,66	1,38	34

Cette démarche nous donne sensiblement les mêmes résultats qu'en incluant les réseaux avec une densité de 100% sauf que nos distances moyennes sont un peu plus grandes. Ceci s'explique par le fait que les plus grands réseaux ont généralement une plus petite densité et conséquemment un plus grand degré.

Il est important de comparer des réseaux de tailles similaires de façon à avoir des résultats consistants. Nous ne pouvons donc pas opposer des réseaux de taille très disparates. Particulièrement en considérant que les très larges réseaux appartiennent à la grappe de Montréal. Pour palier à ce problème, nous présentons dans le tableau 4.19 les mêmes statistiques, mais segmentées par type de réseaux.

Tableau 4.19 : Degré moyen de collaboration par type de réseaux

	Autre	Montréal	Toronto	Vancouver
Réseaux de 1 à 4 chercheurs	Autre	Montréal	Toronto	Vancouver
Moyenne	1,03	1,03	1,04	1,04
Médiane	1,02	1,02	1,01	1,03
Nombre de réseaux	110	99	91	63
Réseaux de 5 à 20 chercheurs	Autre	Montréal	Toronto	Vancouver
Moyenne	1,30	1,45	1,58	1,43
Médiane	1,02	1,40	1,52	1,33
Nombre de réseaux	103	63	47	29
Réseaux de 21 à 50 chercheurs	Autre	Montréal	Toronto	Vancouver
Moyenne	1,52	1,88	2,22	2,39
Médiane	1,06	1,41	1,94	2,19
Nombre de réseaux	9	7	4	2
Réseaux de plus de 50 chercheurs	Autre	Montréal	Toronto	Vancouver
Moyenne	0	3,83	0	0
Médiane	0	3,78	0	0
Nombre de réseaux	0	2	0	0

L'analyse des données du tableau 4.19 est très instructive, nous réalisons qu'une bonne partie de la différence entre les réseaux de Montréal et des autres grappes semblent être dues à la présence de très gros réseaux au sein de cette grappe. En effet, en comparant les réseaux par catégories, les données de nos trois grappes se ressemblent

beaucoup. Par contre, la distance tacite entre les chercheurs des réseaux situés en dehors de nos trois grappes est toujours plus petite que dans celles dans nos grappes. Encore une fois, il serait intéressant de pouvoir séparer les deux gros réseaux de Montréal, de façon à déterminer jusqu'à quel point les réseaux de Montréal sont-ils différents de ceux de Toronto et de Vancouver. En effet, nous constatons que le degré de collaboration moyen de Montréal semble être tiré à la hausse par ces deux réseaux de plus de 50 chercheurs.

Nous présentons dans le tableau 4.20 la densité moyenne des réseaux par grappe afin d'être en mesure de mieux évaluer la densité des réseaux et parallèlement les capacités de diffusion de nos réseaux.

Tableau 4.20 : Densité de réseau moyenne

	Autre	Montréal	Toronto	Vancouver
Réseaux de 1 à 4 chercheurs	Autre	Montréal	Toronto	Vancouver
Densité moyenne	1	1	1	1
Densité médiane	1	1	1	1
Réseaux de 5 à 20 chercheurs	Autre	Montréal	Toronto	Vancouver
Densité moyenne	0.9	0.7	0.6	0.7
Densité médiane	1	0.6	0.5	0.7
Réseaux de 21 à 50 chercheurs	Autre	Montréal	Toronto	Vancouver
Densité moyenne	0.7	0.3	0.2	0.2
Densité médiane	0.8	0.6	0.3	0.2
Réseaux de plus de 50 chercheurs	Autre	Montréal	Toronto	Vancouver
Densité moyenne	-	0.1	-	-
Densité médiane	-	0.1	-	-

En considérant que plus la densité est élevée au sein d'un réseau, plus la diffusion de l'information sera efficace, nous constatons que Montréal est en général en meilleure position pour diffuser le savoir. (N'oublions pas que la quantité de chercheurs joue un rôle également important sur la capacité de propagation de l'information, un petit réseau, même avec une grande densité reste avec une possibilité de diffusion de l'information réduite). Il est toutefois relativement difficile de tirer des conclusions certaines sur la base du seul critère de la densité des réseaux. Nous constatons que les

réseaux qualifiés de « Autres » sont particulièrement denses, même dans les catégories des grands réseaux.

Dans ce chapitre, nous avons présenté et analysé nos résultats ainsi que les différents indicateurs et ratios que nous avons créés et utilisés afin de quantifier et qualifier la nature des différents réseaux. Nous avons identifié les chercheurs étoiles au sein des réseaux et avons mesuré leur impact sur leur réseau de collaboration respectif.

CONCLUSION

Nous étions désireux d'approfondir notre connaissance de la dynamique de création d'innovation technologique au sein de trois grappes industrielles en biopharmaceutique au Canada soit Montréal, Toronto et Vancouver. La diffusion et le partage d'information entre les différents intervenants du milieu de la recherche et développement étant au centre du mécanisme générateur d'innovation, nous voulions plus précisément comprendre l'importance du rôle, majeur ou non, joué par les réseaux de collaborations de chercheurs. Une fois la compréhension de ce rôle atteinte, nous croyions être en mesure de quantifier l'importance et l'impact de tels réseaux pour les grappes.

Une partie de nos objectifs furent atteints : Nous avons conçu et réalisé une base de données contenant près de 2000 brevets relatifs à différents domaines de la biotechnologie. Ces brevets proviennent d'inventeurs qui résident dans une de nos trois grappes. Avec cette information, nous avons été en mesure d'identifier 743 réseaux de collaborations inter chercheurs, de tailles variant de 183 chercheurs pour le plus grand à 2 chercheurs pour les plus petits. Nous avons défini un indice de collaboration des réseaux : le plus performant a un indice de 11,7 collaborations par chercheur, ce qui veut dire que chacun des chercheurs au sein de ce réseau a collaboré en moyenne avec environ 12 autres chercheurs. Nous avons identifié et répertorié les réseaux de collaboration entre les différents chercheurs des trois plus grandes grappes au Canada. Nous avons étudié la nature de ces réseaux de collaboration en observant le rôle joué par les chercheurs clés ainsi que le degré de ramification des réseaux. Les réseaux de Montréal sont caractérisés par un degré moyen de ramification de 3,4, ceci est pratiquement le double que pour les réseaux de Toronto et de Vancouver qui ont respectivement des degrés de 1,8 et 1,6, ceci est en partie dû à deux énormes réseaux de Montréal. Les distances tacites entre nos chercheurs varient d'un réseau à l'autre, les réseaux avec la plus petite moyenne ont une distance de 1, *i.e.* tous les chercheurs ont

collaboré avec tous les autres et la plus grande moyenne est de plus de 14. Nous avons identifié les réseaux les plus performants au niveau production de connaissance (mesuré ici par la production de brevets) et avons réussi à localiser géographiquement ces réseaux et mesuré leur étendue. Nous avons constaté que Montréal possède un plus grand nombre de réseaux de collaboration que Toronto et Vancouver, mais que ceux-ci sont plus concentrés sur la grappe de Montréal. Au contraire, les réseaux de Toronto sont un peu moins nombreux et comptent sur un moins grand nombre de chercheurs que Montréal, mais sont aussi plus étendu à la grandeur du pays et même du monde. Cette structure permet un accès privilégié à l'information hors réseaux et hors grappes et permet donc une meilleure diffusion des connaissances jusqu'aux firmes de la grappe de Toronto.

Nous n'avons malheureusement pas réussi à quantifier empiriquement l'effet exact de ces réseaux sur la production d'innovation technologique au sein des grappes. Il aurait été nécessaire de pouvoir évaluer la performance des firmes qui œuvrent au sein des grappes au fil des ans et de la comparer avec celle de nos réseaux de collaboration. L'inexistence (pour le moment) des données sur la performance des firmes au niveau des agglomérations (grappes) représente une contrainte majeure pour la réalisation d'une modélisation. Toutefois, l'information recueillie sur les réseaux permet tout de même de mieux situer le rôle desdits réseaux dans le processus de création d'innovations technologiques.

Il serait très intéressant, dans le cadre d'une étude future, d'effectuer le même travail de cartographie, mais à l'aide des données obtenues à partir de publications scientifiques et non de brevets. Ceci nous donnerait une image plus précise du chemin emprunté par le savoir pour aller de l'idée à la réalisation scientifique. En effet, les réseaux de collaboration scientifique au niveau de la publication seront beaucoup plus nombreux et potentiellement plus vastes. La prochaine étape dans le cadre de ce projet de recherche serait de voir s'il existe un lien entre la performance des firmes au sein des

grappes innovantes en biotechnologie et la nature des réseaux de collaboration dans ces grappes. Nous pourrions aussi vérifier la proximité technologie entre les types d'invention de chacune des grappes et voir s'il y a des différences entre les domaines de recherche des multiples grappes.

BIBLIOGRAPHIE

ALLEN, K. R. (2003). Bringing New Technologies to Market, *Prentice Hall*, Californie, 282 p.

ARCHIBUGI, D. (1992). Patent as an Indicator of Technological Innovation: a Review, *Science and Public Policy*, Vol. 19, No. 6, décembre 1992 pages 357-368

ARCHIBUGI, D., CESARATTO S., SIRILLI G. (1991). Sources of Innovative Activities and industrial Organization in Italy *Elsevier Science Publishers B.V.*

AUTANT-BERNARD C., MANGEMATIN V., MASSARD N. (2002). Creation and Growth of High-Tech SMEs: the Role of Local Environment *University Jean Monet, University Pierre Mendes*

AUTIO, E., HAMERI, A., VUOLA, O. (2003). A Framework of Industrial Knowledge spillovers in Big Science Centers *Research Policy* Vol. 33, no 1, pages 107-126.

BAARK, E., (2005). Innovation Policy Forensics : An Analysis of Biotechnology in Hong Kong. Présenté lors de la rencontre annuelle DRUID, Juin 2005

BALCONI, M., BRESCHI, S., LISSONI, F. (2004). Networks of Inventors and the Role of Academia: an exploration of Italian Patent Data, *Research Policy* Vol. 33, no 1, pages 127-145.

BEAUDRY, C. (2001). Entry, Growth and Patenting in Industrial Clusters: A study of the Aerospace Industry in the UK, *International Journal of the Economic of Business*, Vol. 8, No. 3, pages 405-436.

BOTTAZZI, L., PERI, G. (1999). Knowledge Spillovers: Theory and Evidence from European Region, Preliminary work from IGIER and CERP, Università L. Bocconi (Milano)

BRESCHI, S. PALMA, D. (1999). Spatial Patterns of Innovation and Trade Competitiveness: the Case of Italy, *CESPRI, ENEA et Libero Istituto Universitario C. Cattaneo*.

BRESCHI, S. (1998). Agglomeration Economies, Knowledge Spillovers, Technological Diversity and Spatial Clustering of Innovations, Preliminary work from LIUC and CESPRI, Università L. Bocconi (Milano)

EDWARDS, M. G., MURRAY, F., YU, Robert (2003). Value Creation and Sharing Among Universities, Biotechnology and Pharma, *Nature Biotechnology* Vol. 21, no 6, pages 618-624

CASSIER, M. (2000). Relation entre secteur public et privé dans la recherche sur le génome, *médecine / sciences* Vol. 16, pages 26-30

CHIESA, V., TOLETTI, G. (2004). Network of Collaboration for Innovation: The Case of Biotechnology, *Technology Analysis & Strategic Management* Vol. 16, No. 1, mars 2004, pages 73-96

COOKE P. (2002). Rational Drug Design, the Knowledge Value Chain and Bioscience Megacentres *Center for advances studies Cardiff University, UK*. Paper prepared for the workshop on high-tech clusters UQAM, Montréal, Canada.

DASILVA, E.J., (1998). Review: University-Industry Collaboration in Biotechnology: a Catalyst for Self-Reliant Development, *World Journal of Microbiology & Biotechnology* Vol. 14, pages 155-161

ERNST & YOUNG (2003). Resilience Americas Biotechnology Report 2003

FELDMAN M. (2002). The locational Dynamics of the U.S. Biotech Industry: Knowledge Externalities and the Anchor Hypothesis *John Hopkins University*, prepare for the Dutch interuniversity research group *Technology and Economic Growth (TEG)'s conference on the Empirical Implication of Technology-Based Growth Theories*.

FELDMAN, M. P., AUDRETSCH, D. B. (1999). Innovation in Cities: Science-Based Diversity, Specialisation and Localized Competition *European Economic Review*, Vol. 43, pages 409-429.

FLORIDA, R., (2004). The rise of the Creativite Class: Why cities without gays and rock bands are losing the economic development race. Adapted from the Book: *The Rise of the Creative class: and How Its transforming Work*, June 2002.

FRENKEN, K. (2002). Regional Patterns of Scientific knowledge reduction in US Aerospace engineering and US Biotechnology & Applied Microbiology, paper prepared for the workshop oh high-tech clusters UQAM, Montréal, Canada.

GERTLER, S. M., WOLFE, A. D., (2004). Clusters from the Inside out: Local Dynamics and Global Linkages Prepared for a Speacial Issue of Urban Studies, UofT, May 2004.

GERTLER, S. M., VINODRAI, T., (2004). Anchors of creativity: How do Public University Create Competitive and Cohesive Communities?, Presented at *Building Excellence: Graduate Education and Research* UofT, December 2004.

Gouvernement du Québec (2003). *La filière du médicament au Québec*, 112 pages.

HAUSLER, J., HOHN, H., LUTZ, S. (1995). Contingencies of Innovative Networks: A Case Study of Successful Interfirm R&D Collaboration, *IEEE Engineering Management Review* Vol. 23, no 1, pages 42-55

HAKANSSON, H., WALUSZEWSKI, A., (2002). Managing Technological Development. IKEA, the Environment and Technology, London : *Routledge*.

HARRISSON, J. S. (2003). Strategic Management of Resources and Relationships, John Wiley & Sons, Inc, Von Hoffman Press, 892 p.

HERRLING, Paul L. (1998). Maximizing Pharmaceutical Research by Collaboration, *Nature* Vol. 392, supp, pages 32-35

HOWELLS, J. (2000). International coordination of technology flows and knowledge activity in innovation *Int. J. Technology Management* Vol. 19, no. 7/8.

HU, G.Z. A., JAFFE, B. A. (2003). Patents citations and international knowledge flow: the cases of Korea and Taiwan, *International Journal of Industrial Organisation* Vol. 21, pages 849-880.

JAFFE, A. B., TRAJTENBERG, M. (2002). Patents Citations, and Innovations The MIT Press, Cambridge, Massachusetts London, England, 2002, 478 pages.

MAHDI, S. (2002). Search Strategy in Product Innovation: Theory and Evidence from Agrochemical, *Science and Technology Policy Research (SPRU)*, document soumis comme thèse de doctorat, août 2002, 340 pages

MALO, S., GEUNA, A., (2000). Science-technology Linkages in an Emerging Research Platform: The Case of Combinatorial Chemistry and Biology, *Akademia Kiado, Budapest* Vol. 47, no 2, pages 303-321

MALERBA, F., NELSON R., ORSENIGO, L., WINTER, S. (2001). Competition and Industrial Policies in a “History Friendly” Model of the Evolution of the Computer Industry, *International Journal of Industrial Organisation*, pages 635-664.

MALERBA, F., ORSEPNIGO, L., (2001). Towards a History Friendly Model of Innovation, Market Structure and Regulation in the Dynamics of the Pharmaceutical Industry: the Age of Screening *CESPRI centro di ricerca sui rocessi di innovazione e internazionalizzazione* Milan, Italie WP n. 124.

MARJOLEIN C. J. C. (1997). The Geographic Distribution of Patet and Value Added Across European Regions, *Maastricht Economic Research Institute on Innovation and Technologie, University of Maastricht*.

Montréal International (2001). Une approche sectorielle qui porte fruit : L’industrie Biopharmaceutique du Grand Montréal 82 pages.

MURRAY, F. (2002). Innovation as co-evolution of scientific and technological networks: exploring tissue engineering *Research Policy* Vol. 31, no 1, pages 1389-1403.

NIOSO, J., BAS, T., G. (2001). The Competencies of Regions – Canada’s Clusters in Biotechnology, *Small Business Economic* Vol. 17, pages 31-43.

OLIVIER, L. A., LIEBESKIND, J. P., (1998). Three Levels of Networking for Sourcing Intellectual Capital in Biotechnology, *International Studies of Management & Organization* Winter 1997/1998, pages 76-103

OLIVER, L. A., (2004). On the Duality of Competition and Collaboration Network-Based Knowledge Relation in the Biotechnology Industry, *Scandinavian Journal of Management* Vol. 20 1, pages 151-171.

OLIVER, L. A., (1998). Networking Network Studies: an Analysis of Conceptual Configuration in the Study of Inter-Organizational Relationship – include appendix – Special Issue: The Organizational Texture of Inter-Firm Relations, *Organization Studies* Vol. 19, no 4

POWELL, W. W., KOPUT, K. K., SMITH-DOERR, L., (1996). Interorganizational Collaboration and the Locus of Innovation: Networks of Learning in Biotechnology, *Administrative Science Quarterly* Vol. 41, No 1, pages 116-145

PREVEZER, M., (1995). The Dynamics of Industrial Clustering in Biotechnology, *Small Business Economic* Vol. 9, pages 255-271.

RAMANI, V. S., DE LOOZE, M. (2002). Using Patent statistics as Knowledge Base Indicators in the Biotechnology sectors: An application to France, Germany and the U.K. , *Akademia Kiado, Budapest* Vol. 54, no 3, pages 319-346

SUAREZ-VILLA, L. (2004). Collaboration in Biotechnology; How Inter-Firm Relation Strengthen research effort in the USA, *International journal of Technology Management* Vol. 27, No 5, pages 452-464

Statistique Canada (2004). Estimation des dépenses totales au titre de la recherche et développement dans le secteur de la santé au Canada, 1988 à 2003

SWANN, P., (1994). Measuring innovative activity Book review articles 81, *International Review of Applied Economics*, Volume 8, no. 1

VIETOR, D.M., CHANDLER, J.M., THOMPSON, P.B., KETCHERSID, M.L. (1995). Should Public Funds Supports Biotechnology Development? A Case about Herbicide-Resistant Cotton, *Journal of Natural Resources and Life Science Education* Vol. 24, No 2, pages 155-161

VERBEEK, A., KOENRAAD, D., LUWEL, M., ANDRIES, P., ZIMMERMANN, E., DELEUS, F., (2002). Linking Sciences to Technology: Using Bibliographic references in Patents to Built Linkage Schemes, *Akademia Kiado, Budapest* Vol. 54, no 3, pages 399-420

WALUSZEWSKI, A., (2004). A Competing or Co-Operating Cluster or Seven Decades of Combinatory Resources? What's Behind a Prospering Biotech Valley? , *Scandinavian Journal of Management* Vol. 20, pages 125-150

WASSERMAN, S, FAUST, K, (1994). Social network Analysis. Methods and Applications, *Cambridge University Press*

WOLFE, A. D., (2004). Innovation and Research Funding: The Role of Government Support. Adapted from research done with Ammon salter and Matthew Lucas. Center for International Studies. Décembre 2004

ZHAO, D., LOGAN, E., (2002). Citation Analysis Using Scientific Publications on the Web as Data Source: A Case Study in the XML Research Area , *Akademia Kiado, Budapest* Vol. 54, no 3, pages 449-472

ZUCKER, G. L., DARBY, R. M. (1996). Star Scientist and institutional Transformation: Patterns of Invention and Innovation in the Formation of the Biotechnology Industry, *Proc. Natl. Acade. Sci. U.S.A.* Vol. 21, pages 12709-12716

ZUCKER, G. L., DARBY, R. M., BREWER, B. M. (1998). Intellectual Human Capital and The Birth of U.S. Biotechnology Enterprises, *The American Economic Review* Vol. 88 no. 1, pages 290-306.

<http://strategis.ic.gc.ca/SSGF/mm01780f.htmlwww>

http://www.lifesciencesworld.com/pages/articles_eg/laval/laval_biotech.pdf

<http://w3.granddictionnaire.com>

<http://encyclopedia.thefreedictionary.com/Greater%20Toronto%20Area>

<http://www.servicesMontréal.com/jacqueline/blvilles.html>

<http://www.tourismvancouver.com/about/municipalities.cfm>

<http://www.wipo.int/classifications/fulltext/ipc/ipc6en/tboc/x000001.htm>

ANNEXES

ANNEXE 1 –CODE *VISUAL BASIC* UTILISÉ LORS DE LA CRÉATION DE LA BASE DE DONNÉES

Voici le code *Visual Basic* utilisé pour la saisie de l'information provenant de la base de données de l'USPTO. Ce code permet d'obtenir de l'information pertinente à nos recherches depuis les brevets disponible en ligne grâce au moteur de recherche de l'USPTO.

```
Sub capturer_la_feuille()
    Dim bdd As Access.Application
    Dim sht As Worksheet
    Set sht = ActiveSheet

    Set bdd = GetObject("C:\Documents and Settings\jebeau\Bureau\Jean-Sebastien\base_de_donnée\capturebrev\USPTO\brevets.mdb")

    NoBrevet = Replace(sht.Range("B9"), ",", "")
    titrebrevet = Replace(sht.Range("a13"), "", "")
    lesauteursref = Replace(sht.Range("C35"), "et al.", "")
    proprio = Replace(sht.Range("B22"), ",", "")
    tempannee = Split(sht.Range("B10"), ",", -1, 1)
    annee = Replace(tempannee(1), ",", "")
    classification = Replace(sht.Range("B27"), "", "")
    domaine = Replace(sht.Range("B28"), "", "")
    cluster = "Toronto"
    recherche = "2"
    'MsgBox cluster
    verification = non
    'MsgBox (nobrevet)

    Dim TabNumero As Recordset 'possiblement a enlever
    Set TabNumero = bdd.CurrentDb.OpenRecordset("Brevets", 2)
    TabNumero.MoveFirst
    TabNumero.FindFirst "[brev_no]=" & NoBrevet
    If TabNumero.NoMatch Then
        TabNumero.Close

        bdd.CurrentDb.Execute "insert into brevets
(brev_no,brev_titre,brev_prop,brev_ann,brev_classint,brev_domrec,brev_cluster,brev_recherche) values
(" & NoBrevet & "," & titrebrevet & "," & Replace(proprio, "", "") & "," & annee & "," &
classification & "," & domaine & "," & cluster & "," & recherche & ")"
```

```

getlesauteurs = Replace(sht.Range("b21"), "", "")
compteuri = 0
compteurlj = 0
compteurlk = 1

```

'compter les ; et diviser par 2 pour savoir le nbre de auteurs dans le string.. on peut utiliser cette info pour avancer dans le loop

```

pointvirgule = Split(Replace(sht.Range("b21"), "", ""), ";")
nbreauteurs = ((UBound(pointvirgule)) + 1) / 2
MsgBox (nbreauteurs)
Dim TabAutor As Recordset 'possiblement a enlever
Set TabAutor = bdd.CurrentDb.OpenRecordset("Auteurs", 2)

```

```

TabAutor.MoveFirst
Do While compteuri < nbreauteurs

```

```

    temp = Split(getlesauteurs, ";", -1, 1)
    infoauteur = temp(compteurlj) & temp(compteurlk)

```

```

    tempnom = Split(infoauteur, "(", -1, 1)
    tempville = Split(tempnom(1), ",", -1, 1)
    MsgBox tempville(1)
    tempvilleb = Split(tempville(1), ")", -1, 1)

```

```

    lesauteurs = Trim(Replace(tempnom(0), "(", ", "))
    villeauteur = Replace(tempville(0), ",", "")
    paysauteur = Replace(tempvilleb(0), ")", "")

```

```

    TabAutor.FindFirst "[aut_nom]= '" & lesauteurs & "'"
    If TabAutor.NoMatch Then
        bdd.CurrentDb.Execute "insert into Auteurs (aut_nom,aut_ville,aut_pays) values ('" & lesauteurs & "','" & villeauteur & "','" & paysauteur & "')"
        Set rec = bdd.CurrentDb.OpenRecordset("select max(aut_no) as lemax from auteurs")
        NoAuteur = rec!leMax
        bdd.CurrentDb.Execute "insert into AuteursBrevets (brevet_no,auteur_no) values ('" & NoBrevet & "','" & NoAuteur & "')"
    End If

```

```

        compteuri = (compteuri + 1)
        compteurlj = (compteurlj + 2)
        compteurlk = (compteurlk + 2)
    End If

```

```

Else
    If TabAutor![aut_ville] = villeauteur Then
        NumeroAuteur = TabAutor![aut_no]
        bdd.CurrentDb.Execute "insert into AuteursBrevets (brevet_no,auteur_no) values ('" & NoBrevet & "','" & NumeroAuteur & "')"
        compteuri = (compteuri + 1)
        compteurlj = (compteurlj + 2)
        compteurlk = (compteurlk + 2)
    End If

```

```

        bdd.CurrentDb.Execute "insert into Auteurs (aut_nom,aut_ville,aut_pays) values (" &
        lesauteurs & "," & villeauteur & "," & paysauteur & ")"
        Set rec = bdd.CurrentDb.OpenRecordset("select max(aut_no) as lemax from auteurs")
        NoAuteur = rec!leMax
        bdd.CurrentDb.Execute "insert into AuteursBrevets (brevet_no,auteur_no) values (" &
        NoBrevet & "," & NoAuteur & ")"

```

```

        compteurj = (compteurj + 1)
        compteurk = (compteurk + 2)
    End If
End If

```

Loop

'on test si on est bien situé au début des références

```

Set cel = sht.Range("A31")
Set cel2 = sht.Range("C31")
Set cel3 = sht.Range("B31")

```

```

Do While (cel <> ("U.S. Patent Documents")) And (cel <> ("Foreign Patent Documents")) And (cel <>
("Other References")) And (cel <> ("Parent Case Text"))
    Set cel2 = cel2.Offset(1, 0)
    Set cel = cel.Offset(1, 0)
    Set cel3 = cel3.Offset(1, 0)
Loop

```

sorte = cel.Value

Select Case sorte

Case "U.S. Patent Documents"

```

Set cel2 = cel2.Offset(1, 0)
Set cel = cel.Offset(1, 0)
Set cel3 = cel3.Offset(1, 0)

```

```

Do While (cel <> ("U.S. Patent Documents")) And (cel <> ("Foreign Patent Documents")) And (cel
<> ("Other References")) And (cel <> ("Parent Case Text")) And (cel <> (""))
    bdd.CurrentDb.Execute "insert into BrevetsCitations
(brev_aut_ref,brev_qui_cite,brev_cite,brev_ann_ref) values (" & Replace(cel2.Value, "et al.", "") & "," &
NoBrevet & "," & Replace(cel.Value, ", ", "") & "," & Replace(cel3.Value, ", ", "") & ")"

```

```

Set cel2 = cel2.Offset(1, 0)
Set cel3 = cel3.Offset(1, 0)

```

```

Set cel = cel.Offset(1, 0)
Loop

```

Case "Other References"

```

Set cel = cel.Offset(2, 0)

```

```

Do While (cel <> ("U.S. Patent Documents")) And (cel <> ("Foreign Patent Documents")) And (cel
<> ("Other References")) And (cel <> ("")) And (cel <> ("Parent Case Text"))

```

```

    refincomplete = Split(cel, ",", -1, 1)

```

```

    refincompletecaca = Replace(refincomplete(0), "", "")

```

```

    'MsgBox "bravo"

```

```

    bdd.CurrentDb.Execute "insert into BrevetsAutresReferences (auteur,brevetcite,reference) values
('" & Replace(refincompletecaca, "et al.", "") & "," & NoBrevet & "," & Replace(cel.Value, "", "") &
"')"

```

```

Set cel = cel.Offset(1, 0)
Loop

```

Case "Foreign Patent Documents"

```

Set cel2 = cel2.Offset(1, 0)

```

```

Set cel = cel.Offset(1, 0)

```

```

Set cel3 = cel3.Offset(1, 0)

```

```

Do While (cel <> ("U.S. Patent Documents")) And (cel <> ("Foreign Patent Documents")) And (cel
<> ("Other References")) And (cel <> ("Parent Case Text")) And (cel <> (""))

```

```

    bdd.CurrentDb.Execute "insert into BrevetsCitationsAutres (brev_qui_cite,brev_cite,brev_ann_ref)
values ('" & NoBrevet & "," & Replace(cel.Value, ",", "") & "," & Replace(cel3.Value, ",", "") & "')"

```

```

Set cel2 = cel2.Offset(1, 0)

```

```

Set cel3 = cel3.Offset(1, 0)

```

```

Set cel = cel.Offset(1, 0)

```

```

Loop
' MsgBox "good"

```

```

End Select
'MsgBox "voila le premier fini"

```

```

Do While (cel <> ("U.S. Patent Documents")) And (cel <> ("Foreign Patent Documents")) And (cel <>
("Other References")) And (cel <> ("Parent Case Text")) And (cel <> ("Description")) And (cel <>
("Claims"))

```

```

Set cel2 = cel2.Offset(1, 0)

```

```

Set cel = cel.Offset(1, 0)

```

```

Set cel3 = cel3.Offset(1, 0)

```

```

Loop
sorte = cel.Value

Select Case sorte

Case "U.S. Patent Documents"

    Set cel2 = cel2.Offset(1, 0)
    Set cel = cel.Offset(1, 0)
    Set cel3 = cel3.Offset(1, 0)

    Do While (cel <> ("U.S. Patent Documents")) And (cel <> ("Foreign Patent Documents")) And (cel
    <> ("Other References")) And (cel <> ("Parent Case Text")) And (cel <> (""))
        bdd.CurrentDb.Execute "insert into BrevetsCitations
        (brev_aut_ref,brev_qui_cite,brev_cite,brev_ann_ref) values (" & Replace(cel2.Value, "et al.", "") & "," &
        NoBrevet & "," & Replace(cel.Value, ",", "") & "," & Replace(cel3.Value, ",", "") & ")"

        Set cel2 = cel2.Offset(1, 0)
        Set cel3 = cel3.Offset(1, 0)
        Set cel = cel.Offset(1, 0)
    Loop

Case "Other References"

    Set cel = cel.Offset(2, 0)

    Do While (cel <> ("U.S. Patent Documents")) And (cel <> ("Foreign Patent Documents")) And (cel
    <> ("Other References")) And (cel <> ("")) And (cel <> ("Parent Case Text"))

        refincomplete = Split(cel, ",", -1, 1)

        refincompletecaca = Replace(refincomplete(0), "", "")
        'MsgBox "bravo"
        bdd.CurrentDb.Execute "insert into BrevetsAutresReferences (auteur,brevetcite,reference) values
        (" & Replace(refincompletecaca, "et al.", "") & "," & NoBrevet & "," & Replace(cel.Value, "", "") &
        ")"

        Set cel = cel.Offset(1, 0)
    Loop

Case "Foreign Patent Documents"

    Set cel2 = cel2.Offset(1, 0)
    Set cel = cel.Offset(1, 0)
    Set cel3 = cel3.Offset(1, 0)

    Do While (cel <> ("U.S. Patent Documents")) And (cel <> ("Foreign Patent Documents")) And (cel
    <> ("Other References")) And (cel <> ("Parent Case Text")) And (cel <> (""))
        bdd.CurrentDb.Execute "insert into BrevetsCitationsAutres (brev_qui_cite,brev_cite,brev_ann_ref)
        values (" & NoBrevet & "," & Replace(cel.Value, ",", "") & "," & Replace(cel3.Value, ",", "") & ")"

```

```

        Set cel2 = cel2.Offset(1, 0)
        Set cel3 = cel3.Offset(1, 0)
        Set cel = cel.Offset(1, 0)

    Loop
    MsgBox "good"

End Select
MsgBox "le 2"

Do While (cel <> ("U.S. Patent Documents")) And (cel <> ("Foreign Patent Documents")) And (cel <>
("Other References")) And (cel <> ("Parent Case Text")) And (cel <> ("Description")) And (cel <>
("Claims"))
    Set cel2 = cel2.Offset(1, 0)
    Set cel = cel.Offset(1, 0)
    Set cel3 = cel3.Offset(1, 0)
Loop
sorte = cel.Value

Select Case sorte

Case "U.S. Patent Documents"

    Set cel2 = cel2.Offset(1, 0)
    Set cel = cel.Offset(1, 0)
    Set cel3 = cel3.Offset(1, 0)

    Do While (cel <> ("U.S. Patent Documents")) And (cel <> ("Foreign Patent Documents")) And (cel
<> ("Other References")) And (cel <> ("Parent Case Text")) And (cel <> (""))
        bdd.CurrentDb.Execute "insert into BrevetsCitations
(brev_aut_ref,brev_qui_cite,brev_cite,brev_ann_ref) values ('" & Replace(cel2.Value, "et al.", "") & "," &
NoBrevet & "," & Replace(cel.Value, ",", "") & "," & Replace(cel3.Value, ",", "") & ")"

        Set cel2 = cel2.Offset(1, 0)
        Set cel3 = cel3.Offset(1, 0)
        Set cel = cel.Offset(1, 0)
    Loop

Case "Other References"

    Set cel = cel.Offset(2, 0)

    Do While (cel <> ("U.S. Patent Documents")) And (cel <> ("Foreign Patent Documents")) And (cel
<> ("Other References")) And (cel <> ("")) And (cel <> ("Parent Case Text"))

        refincomplete = Split(cel, ",", -1, 1)

```

```

        refincompletecaca = Replace(refincomplete(0), "", "")
        MsgBox "bravo"
        bdd.CurrentDb.Execute "insert into BrevetsAutresReferences (auteur,brevetcite,reference) values
('" & Replace(refincompletecaca, "et al.", "") & "," & NoBrevet & "," & Replace(cel.Value, "", "") &
"')"
        Set cel = cel.Offset(1, 0)
    Loop

Case "Foreign Patent Documents"

    Set cel2 = cel2.Offset(1, 0)
    Set cel = cel.Offset(1, 0)
    Set cel3 = cel3.Offset(1, 0)

    Do While (cel <> ("U.S. Patent Documents")) And (cel <> ("Foreign Patent Documents")) And (cel
<> ("Other References")) And (cel <> ("Parent Case Text")) And (cel <> (""))
        bdd.CurrentDb.Execute "insert into BrevetsCitationsAutres (brev_qui_cite,brev_cite,brev_ann_ref)
values ('" & NoBrevet & "," & Replace(cel.Value, ",", "") & "," & Replace(cel3.Value, ",", "") & "')"

        Set cel2 = cel2.Offset(1, 0)
        Set cel3 = cel3.Offset(1, 0)
        Set cel = cel.Offset(1, 0)

    Loop
    MsgBox "good"

End Select
MsgBox "le 3"

Else
    MsgBox ("le brevet était déjà dans la base de donnée")
    Exit Sub
End If

End Sub

```

Voici le code de la macro programmée dans Access qui permet d'éliminer les doublons
 ' Cette macro efface les brevets qui furent entrés plusieurs fois
 'elle utilise la tableau créée à cette fin (effacer doublon) qui fait ressortir
 'les auteurs et les no de brevets répétés

```

Private Sub Commande0_Click()
Set Mabd = CurrentDb
Set TabAut = Mabd.OpenRecordset("Auteurs", DB_OPEN_TABLEAU)
Set TabAutBrev = Mabd.OpenRecordset("AuteursBrevets", 2)
Set tabtri = Mabd.OpenRecordset("effacer doublon")
tabtri.MoveFirst

```

```
Do While Not tabtri.EOF
```

```
    NoAuteur = tabtri![Dernierdeauteur_no]
    TabAutBrev.FindFirst "[auteur_no]=" & NoAuteur
    TabAutBrev.Delete
    tabtri.MoveNext
    MsgBox "doublon effacé"
```

```
Loop
```

```
End Sub
```

Voici le code du formulaire qui permet de regrouper les auteurs

```
Option Compare Database
```

```
Dim Mabd As Database
```

```
Dim TabAut As Recordset
```

```
Dim TabAutTemp As Recordset
```

```
Dim TabAutBrev As Recordset
```

```
Private Sub Commande0_Click()
```

```
    Set Mabd = CurrentDb
```

```
    Set TabAut = Mabd.OpenRecordset("Auteurs", DB_OPEN_TABLEAU)
```

```
    Set TabAutTemp = Mabd.OpenRecordset("Auteurs", DB_OPEN_TABLEAU)
```

```
    Set TabAutBrev = Mabd.OpenRecordset("AuteursBrevets", 2)
```

```
    TabAut.MoveFirst
```

```
    TabAutTemp.MoveFirst
```

```
    MsgBox "bonjour"
```

```
    compteur = 0
```

```
    i = 0
```

```
    j = 0
```

```
Do While Not TabAut.EOF
```

```
    NoAuteur = TabAut![aut_no] 'lit le no de l'auteur
```

```
    NomAuteur = TabAut![aut_nom] ' lit le nom de l'auteur
```

```
    VilleAuteur = TabAut![aut_ville] 'lit la ville de l'auteur
```

```
    compteur = compteur + 1
```

```
Do While Not TabAutTemp.EOF
```

```
    NoAuteurTemp = TabAutTemp![aut_no] 'lit le no de l'auteur
```

```
    NomAuteurTemp = TabAutTemp![aut_nom] ' lit le nom de l'auteur
```

```
    VilleAuteurTemp = TabAutTemp![aut_ville] 'lit la ville de l'auteur
```

```
    i = i + 1
```

```
If NoAuteur = NoAuteurTemp Then
```

```
    TabAutTemp.MoveNext
```

```

        j = j + 1
    Else
        If (NomAuteur = NomAuteurTemp) And (VilleAuteur = VilleAuteurTemp) Then 'ajouter pour
pas boucle fois si non meme no de brevet
            TabAutBrev.FindFirst "[auteur_no]=" & NoAuteur
            TabAutBrev.Edit
            TabAutBrev![auteur_no] = NoAuteur ' savoir si remplace tous les no ou juste le premier
            TabAutBrev.Update
            TabAutTemp.Delete

        Else
            TabAutTemp.MoveNext

        End If
    End If
Loop
    TabAut.MoveNext

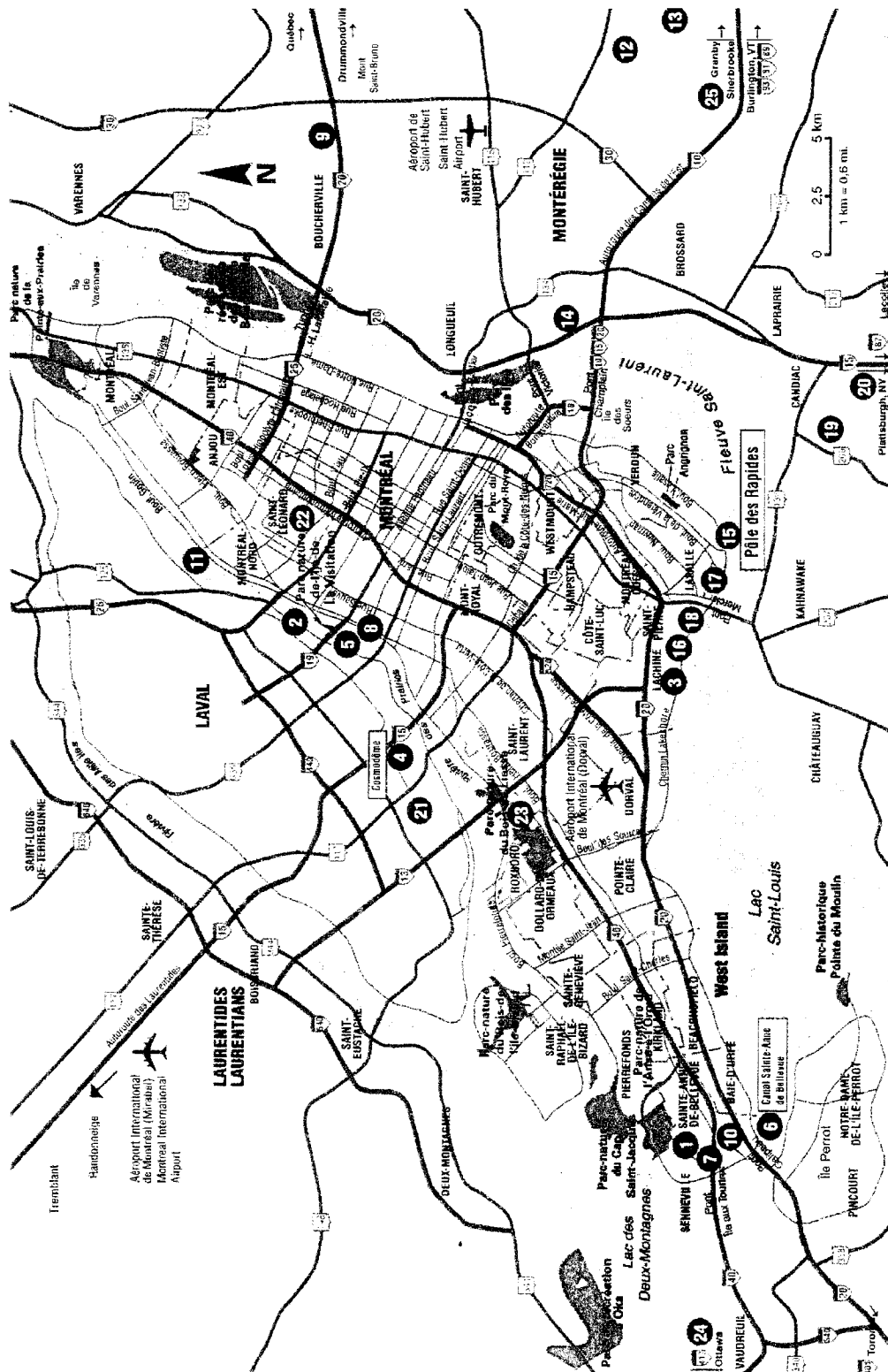
Loop

MsgBox "au revoir"
MsgBox compteur
MsgBox i
MsgBox j

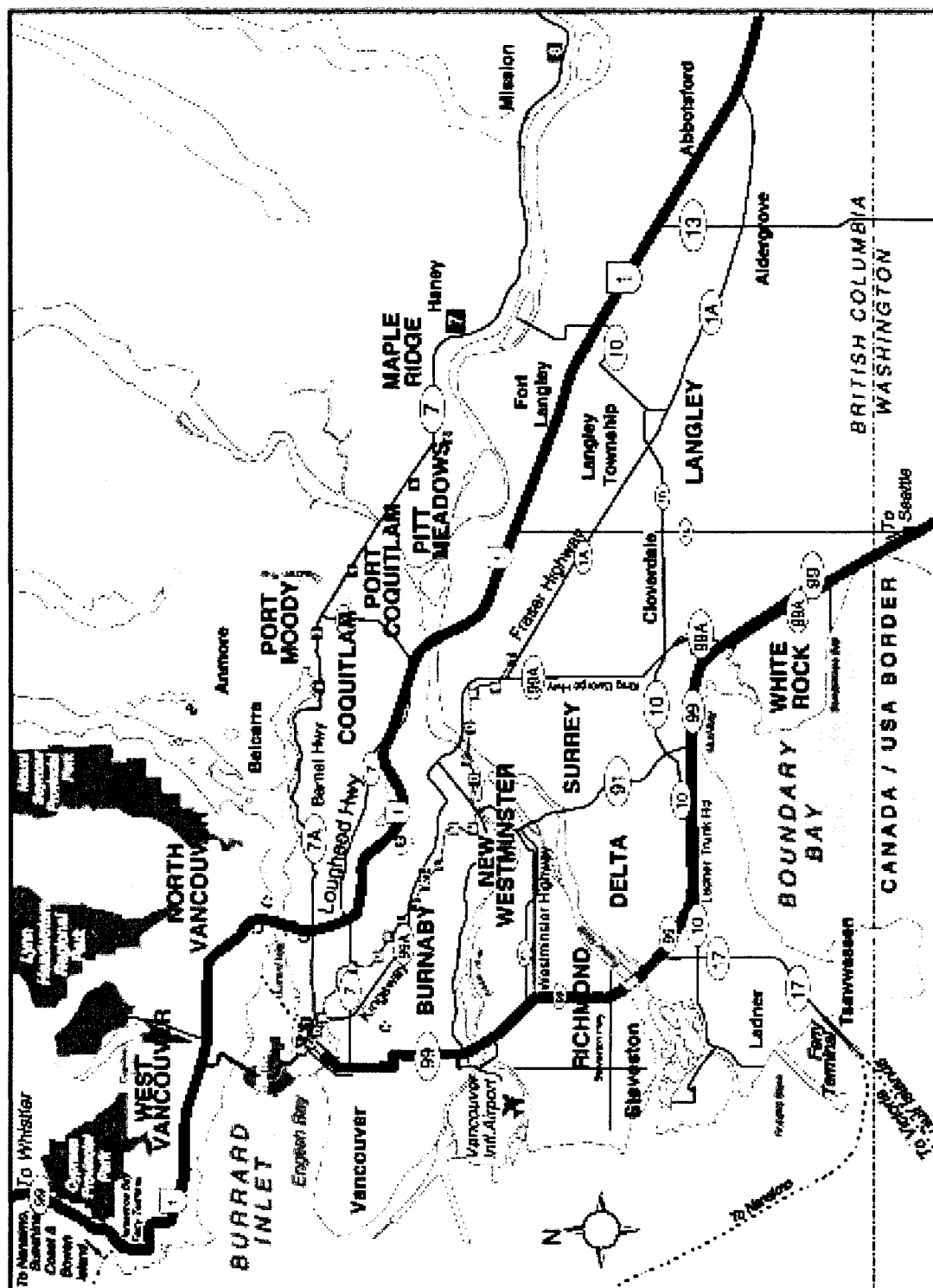
End Sub

```

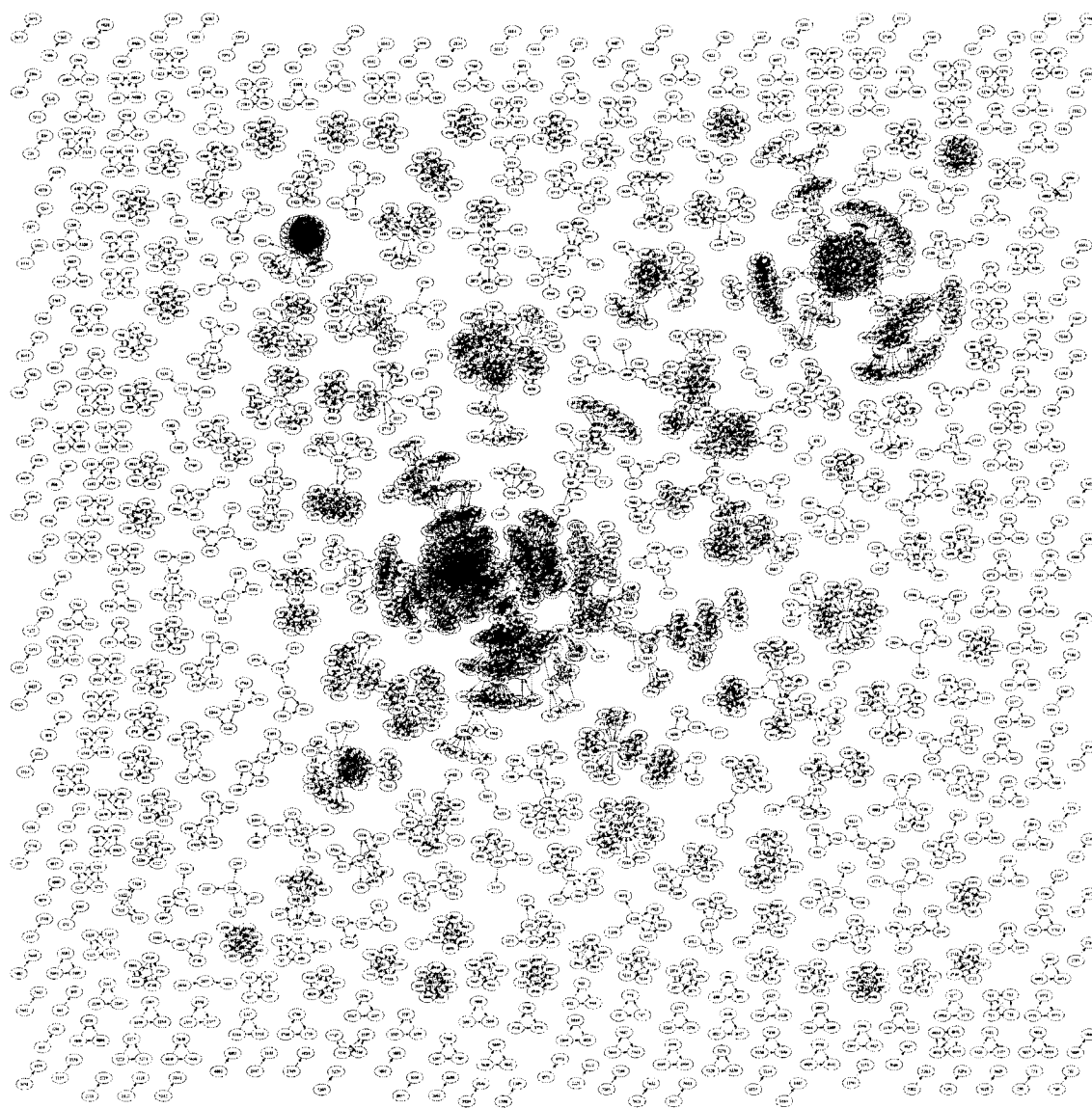
ANNEXE 2 – CARTE DE LA RÉGION DE MONTRÉAL



ANNEXE 4 – CARTE DE LA RÉGION DE VANCOUVER



ANNEXE 5 – VUE D'ENSEMBLE DES RÉSEAUX DE COLLABORATIONS



ANNEXE 6 – MUNICIPALITÉS UTILISÉES POUR LE RECENSEMENT DES BREVETS

Pour la région de Montréal, nous avons utilisé les villes suivantes :Anjou, Baie-d'Urfé, Beaconsfield, Beauharnois, Bellefeuille, Beloeil, Blainville, Bois-des-Filion, Boisbriand, Boucherville, Brossard, Candiac, Carignan, Chambly, Charlemagne, Châteauguay, Côte-Saint-Luc, Delson, Deux-Montagnes, Dollard-des-Ormeaux, Dorval, Gore, Greenfield Park, Hampstead, Hudson, Ile-Dorval, Khanawake, Kirkland, L'Assomption, L'Île-Bizard, L'île-Cadieux, L'île-Perrot, Lachenaie, Lachine, Lafontaine, La Plaine, La Prairie, La Salle, Laval, Lavaltrie, Le Gardeur, Lemoyne, Léry, Les Cèdres, Longueuil, Lorraine, Maple Grove, Mascouche, McMasterville, Melocheville, Mercier, Mirabel, Montréal, Montréal-Est, Montréal-Nord, Montréal-Ouest, Mont-Royal, Mont-Saint-Hilaire, Notre-Dame-du-Bon-Secours, Notre-Dame-de-l'Île-Perrot, Oka, Otterburn Park, Outremont, Pierrefonds, Pincourt, Pointe-Calumet, Pointe-Claire, Pointe-des-Cascades, Repentigny, Richelieu, Rosemère, Roxbor, Saint-Amable, Saint-Antoine, Saint-Antoine-de-Lavaltrie, Saint-Basile-le-Grand, Saint-Bruno-de-Montarville, Saint-Colomban, Saint-constant, Sainte-Anne-de-Bellevue, Sainte-Anne-des-Plaines, Sainte-Catherine, Sainte Hyacinthe, Sainte-Geneviève, Sainte-Julie, Sainte-Marthe-sur-le-Lac, Sainte-Thérèse, Saint-Eustache, Saint-Gérard-Majella, Saint-Hubert, Saint-Isidore, Saint-Jérôme, Saint-Joseph-du-Lac, Saint-Lambert, Saint-Laurent, Saint-Lazare, Saint-Léonard, Saint-Mathias-sur-Richelieu, Saint-Mathieu-de-Beloeil, Saint-Philippe, Saint-Pierre, Saint-Placide, Saint-Sulpice, Senneville, Terrasses-Vaudreuil, Terrebonne, Varennes, Vaudreuil-Dorion, Vaudreuil-sur-le-Lac, Verdun, Wentworth et Westmount.

Pour la région de Toronto, nous avons :Ajax, Aurora, Barrie, Bradford-West, Gwillmbury, Brampton, Brock, Burlington, Caledon, Clarington, East Gwillimbury, Halton, HillInnisfil, King Markham, Milton, Mississauga, Mono, Newmarket, New

Tecumset, Oakville, Orangeville, Oshawa, Pickering, Richmond Hill, Scugog, Toronto, Uxbridge, Vaughan, Whitby et Whitchurch-Stouffville.

Pour la région de Vancouver, nous avons utilisé: Burnaby, Bowen, Island Coquitlam, Delta Langley, Maple Ridge, New Westminster, North Vancouver, Pitt Meadows, Port Coquitlam, Port Moody, Richmond, Surrey, Vancouver, West Vancouver et White Rock.

ANNEXE 7 –LES ENTREPRISES AU SEIN DE LA CITÉ DE LA BIOTECHNOLOGIE

AURELIUM BIOPHARMA INC.	GRUPE LELYS INC.
AVENTIS PHARMA	HAMELIN LALIBERTÉ POIRIER & ASSOCIÉS
BEDCO-(BEDCOLAB)	INRS-INSTITUT ARMAND-FRAPPIER
SHIRE BIOCHEM	KAPPA BIOTECH
BIOENVELOP TECHNOLOGIES	LAB RECHERCHE PRÉ-CLINIQUE INTL. INC.
BIOFORM INTERNATIONAL	LABOPHARM INC.
BIO-K PLUS INTERNATIONAL	LABORATOIRE D'ANALYSES ET DE DIAGNOSTICS NORS
BIOPHARM INC.	LABORATOIRE DUCHESNAY
BIOQUADRANT	LABORATOIRE MÉDIC LTÉE
BIOSYNTECH LTÉE	LABORATOIRES PRO-DOC LTÉE (LES)
BIOWOR TECHNOLOGIES INC.	MED ORCOMP INC.
BODYCOTE TECHNITROL INC. (DIVISION ANALEX)	MÉDITAIX
BOEHRINGER INGELHEIM (Canada)	NEKS RECHERCHE & DÉVELOPPEMENT
LTÉE BIO-MÉGA DIVISION RECHERCHE	OCTOSTOP INC.
CABINET CONSEIL NICOLE MAHER	ORIGENIX TECHNOLOGIES INC.
CENTRE DE BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE	ORSONIQUE INC.
CENTRE DE RECHERCHE CLINIQUE	ORTHO-CONCEPT
CENTRE D'IRRADIATION DU CANADA	PHARMACOR INC.
(NORDION INTERNATIONAL INC.)	PHARMETICS LTÉE
(CQIB)	PHYTOBIOTECH
CHAICHEM PHARMACEUTICALS INTERNATIONAL	PN TECHNOLOGIES (9061-2755 Québec Inc.)
CIRION BIOPHARMA RECHERCHE INC.	PROLABEC (Librairie pédagogique inc.)
CLINTRIALS BIO RECHERCHE LTÉE.	ROCHE DIAGNOSTICS, division de Hoffmann-La Roche Ltée
(LABORATOIRE CENTRE DE BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE)	SERVIER CANADA INC.
DEVELOPEX div. De 3162273 Canada Inc.	SMV
Digico Ltée	SODEXEN
DRA PHARMADEV CANADA INC.	SOLUMED
ETHYPHARM	SUPRATEK PHARMA INC. (a/s INRS- Institut Armand-Frappier)
EUROS CANADA INC.	SYNTETICA SPÉCIALITÉS CHIMIQUES
GA INTERNATIONAL (Canada)	SYSTÈMES INFORMATIQUES CHCA
GENDRON LEFEBVRE TECNULT INC.	VALIDAPRO INC.

ANNEXE 8 – AUTEURS AVEC AU MOINS 10 BREVETS

nom complet de l'auteur	Nombre de brevets	Grappe de l'auteur
Klein Michel Henri	82	Toronto
Humber Leslie G.	52	Montréal
Loosmore Sheena	44	Toronto
Rokach Joshua	40	Montréal
Jirkovsky Ivo L.	35	Montréal
Bagli Jehan F.	34	Montréal
Young Robert N.	33	Montréal
Chong Pele	32	Toronto
Williams Haydn Windsor Richard	30	Montréal
Girard Yves	30	Montréal
Gillard John W.	27	Montréal
Gauthier Jacques-Yves	27	Montréal
Abraham Nedumparambil A.	27	Montréal
Yang Yan-Ping	25	Toronto
Atkinson Joseph George	25	Montréal
Rooney Clarence Stanley	25	Autre
Cragoe, Jr. Edward J.	24	Autre
Bogri Tibor	24	Montréal
Belanger Patrice C.	23	Montréal
Demerson Christopher A.	22	Montréal
Fortin Rejean	22	Montréal
Kamboj Rajender	22	Toronto
Belleau Bernard R.	20	Montréal

nom complet de l'auteur	Nombre de brevets	Grappe de l'auteur
Leblanc Yves	20	Montréal
Lau Cheuk-Kun	20	Montréal
Guay Daniel	19	Montréal
Dolphin David	19	Vancouver
Leger Serge	19	Montréal
Therien Michel	19	Montréal
Nguyen-Ba Paul	18	Montréal
Hamel Pierre A.	18	Montréal
Prasit Petpiboon	18	Montréal
Dobson Thomas A.	18	Montréal
Tehim Ashok	17	Toronto
Blaschuk Orest W.	17	Montréal
Wang Zhaoyin	17	Montréal
Ducharme Yves	17	Montréal
Guindon Yvan	17	Montréal
Grimm Erich L.	16	Montréal
Frenette Richard	16	Montréal
Zamboni Robert	16	Montréal
Hutchinson John H.	16	Montréal
Mansour Tarek S.	16	Montréal
Belley Michel L.	16	Montréal
Harkness Robin Edmond	15	Toronto
Karimian Khashayar	15	Toronto
Mak Tak Wah	15	Toronto

nom complet de l'auteur	Nombre de brevets	Grappe de l'auteur
Immer Hans U.	15	Montréal
Sestanj Kazimir	15	Montréal
Nutt Stephen	15	Autre
Ferland Jean-Marie	15	Montréal
Simoneau Bruno	14	Montréal
Roy Patrick	14	Montréal
Metters Kathleen M.	14	Montréal
Rooney Clarence Stanley	14	Montréal
Labelle Marc	14	Montréal
Conway Terry T.	14	Montréal
Black Cameron	13	Montréal
Hu Nan-Xing	13	Toronto
Dionne Gervais	13	Montréal
Beaulieu Pierre Louis	13	Montréal
Asselin Andre A.	13	Montréal
Brazeau Paul	13	Montréal
Hay Allan S.	13	Montréal
Llinas-Brunet Montse	13	Montréal
Li Chun-Sing	13	Montréal
Menard Marcel	12	Montréal
Rakhit Sumanas	12	Toronto
Dube Daniel	12	Montréal
Horne Stephen Edward	12	Toronto
Dunn James M.	12	Toronto

nom complet de l'auteur	Nombre de brevets	Grappe de l'auteur
Slassi Abdelmalik	12	Toronto
Tam Tim F.	12	Toronto
Guindon Yvan	12	Montréal
Armand Michel	12	Montréal
Michot Christophe	11	Autre
St. George-Hyslop Peter H.	11	Toronto
Sauve Gilles	11	Montréal
Yoakim Christiane	11	Montréal
Yoakim Christiane	11	Montréal
Poupart Marc-Andre	11	Montréal
Bellini Francesco	11	Montréal
Deziel Robert	11	Montréal
Dufresne Claude	11	Montréal
Murdin Andrew D.	11	Toronto
Faucher Anne-Marie	11	Montréal
Ong Beng S.	11	Toronto
Elliott Candace E.	11	Toronto
Scheigetz John	10	Montréal
Abramovitz Mark	10	Montréal
Goodbrand H. Bruce	10	Toronto
Fraser Paul E.	10	Toronto
Asselin Andre A.	10	Autre
Grygorczyk Richard	10	Montréal
Schryvers Anthony B.	10	Autre

nom complet de l'auteur	Nombre de brevets	Grappe de l'auteur
Krantz Alexander	10	Toronto
Rommens Johanna M.	10	Toronto
Delorme Daniel	10	Montréal
Brown William L.	10	Montréal
Friesen Richard	10	Montréal
Edwards Louise	10	Toronto

ANNEXE 9 – ARTICLE SCIENTIFIQUE PRÉSENTÉ À LA CONFÉRENCE DRUID ÉTÉ 2005

Paper to be presented at the DRUID Tenth Anniversary Summer Conference 2005 on

DYNAMICS OF INDUSTRY AND INNOVATION: ORGANIZATIONS, NETWORKS AND SYSTEMS

Copenhagen, Denmark, June 27-29, 2005

Collaboration networks: one of the key factor in the success of knowledge generation in
Canadian biotechnology clusters²⁰

Jean-Sébastien Beaucage²¹, Catherine Beaudry²²

June 2005

²⁰ This research was funded by the Fondation Québécoise pour la Recherche sur la Nature et les Technologies (FQRNT), Analyse théorique, empirique et par simulation des facteurs de décisions technico-économiques et des propriétés dynamiques d'entreprises de haute technologie. This work consists of the preliminary results of graduate studies currently underway at École Polytechnique de Montréal under the supervision of Prof. Catherine Beaudry.

²¹ Jean-Sébastien Beaucage, Département de mathématiques et de génie industriel, École Polytechnique de Montréal, C.P. 6079, Succ. Centre-ville, Montreal (Quebec), H3C 3A7, Canada, tel. : +1 (514) 340-4711 ext. : 4715; fax : +1 (514) 340-7143; e-mail : jean-sebastien.beaucage@polymtl.ca

²² Catherine Beaudry, Département de mathématiques et de génie industriel, École Polytechnique de Montréal, C.P. 6079, Succ. Centre-ville, Montreal (Quebec), H3C 3A7, Canada, tel. : +1 (514) 340-4711 ext. : 3357; fax : +1 (514) 340-7143; e-mail : catherine.beaudry@polymtl.ca

Abstract

The paper studies the size and structure of collaboration networks within three Canadian biotechnology clusters. Using information contained in specific biotechnology patents of Canadian scientists, we identified 743 networks of collaborators, the largest involving 183 researchers. The best network has a ratio of 11.7 collaborations per researcher which implies that on average scientists affiliated to that network have worked almost 12 times with one another. We also find that in general, Montreal has a greater number of networks that are more concentrated within its boundaries but that Toronto, with a smaller number of scientists, benefits from more decentralised knowledge networks.

Keywords: Inter-firm Networks, Clusters, Biotechnology, Patents

JEL – codes: R12, Z13, J24 and O18

Introduction

Clusters have been studied extensively during the last few decades. The success of Silicon Valley has prompted many cities and state governments to try to reproduce its very good environment for knowledge production, by creating policies and tax break to make their states and towns more attractive to firms. The reason a cluster is attractive or not to a firm doesn't only lie in its physical aspect, many other factors have direct and indirect impacts on its innovation production rate. The dynamics of new innovation creation in high technology clusters is very complex and varies with each industrial sector. In this paper, we aim to examine the structure of innovation networks, a first step into the understanding of their role in the production of innovation within clusters.

Swann *et al.* (1998), Beaudry and Swann (2001), Beaudry (2001) showed that high technology enterprises benefit from being located near firms with the same core competencies. They also noted negatives impact on the firms that were established in a cluster crowded with firms not linked to their field of research. They also showed that the attraction effect of some industry sectors on new emerging firms acts as a positive feedback in certain clusters. It is then much easier for a new firm to emerge and survive if it is located in a cluster strong in its own sector than if it is to be located elsewhere. Beaudry and Breschi (2003) showed that firms surrounded by innovative enterprises tended to patent more than if they were located within a non innovative environment.

In order to understand the reasons and the direct factors that contribute to knowledge and innovation production of firm in clusters, many technology-based models were created and tested. Florida (2004) identified the social factors that are linked to cluster performance. He studied innovation production in closed geographical environments in conjunction with different social factors that define the identity of an urban centre and its capability to generate novelty in all aspects of life. He then ranked the top cities for creativity generation in United States. His research was enriched by the

of work of Gertler and Vinaudrai (2004) who showed that universities are a key factor in attracting and retaining the prolific researchers and students that are the roots of knowledge and innovation production. Universities act as anchors of creativity; there is indeed a strong link between the presence of universities involved in research in fields that require complex science, public research laboratories and good diffusion of knowledge. Not only are universities creating multidisciplinary networks of collaboration, they are also creating pools of talent available to firms who locate within the cluster.

The ultimate goal of this research project, from which this paper is the first output, is to identify the role of networks of scientists on the innovation performance of firms located in high technology clusters. Our research will concentrate on the factors influencing the performance of R&D, especially the diffusion of knowledge through networks of scientists. Knowledge generation is a mixture of social and human factors; this paper will therefore examine the structure of these factors of the technology creation chain, i.e. the collaboration networks of innovators. We will study the technological innovation creation process and its evolution through all states of development. To do so, we will use quantitative variables such as the output of innovation (measured here by the number of patents produced in each cluster) and qualitative variables such as the strength of the collaborative relations within networks and within clusters.

Due to the very large number of inventors in a prolific field such as biotechnology, it is quite a daunting task to analyze the production of all of them; an easier alternative consists in evaluating the performance of a cluster to generate innovation by looking at the production of its star scientists. This approach was developed by Zucker and Darby (1996). Their definition of a star scientist is limited to every inventor having made more than 40 genetic sequence discoveries or 20 or more articles reporting genetic sequence discoveries. They noted that the scientific importance of those scientists (and their

collaborators) is considerable. Adding to their scientific contribution, the star scientists have also better results in their current projects. Therefore, we believe that tracking the innovation efforts made by *our* “star scientists”, in *our* networks, would lead to good representative results of the knowledge production in the biotechnology sector. In the second part of this research project, we will look at the reference to star scientists. Our analysis of the star scientists is currently underway and will figure in a later paper where we will explain the key role played by star scientists in the creation of knowledge within the field of biotechnology. This will help us identify the inventors whose dominant work really influenced the development of science. Zhao and Logan (2002) successfully used the Web as a data source in order to identify and study such inventors. We have adapted their approach to create a methodology that allows quantifying the importance of the work done by key authors and the impact of their invention on future invention.

Cowan and Jonard (2003) studied the effect of the relationship between inventors: what links a group of researchers to another group or a researcher to another researcher. They show the advantages of public (free) inventions to the global production of innovation. They model the formation of small clusters, not geographical ones but relations ones, and showed that the more links there are between mini clusters (or cliques), the more overall knowledge generation there will be. Even if this can be perceived as a negative asset for really productive firms (in terms of innovation) it turns out that the positive effects are stronger than the negative ones. There still exist the possibility of the creation of parasite networks within some collaboration network, i.e. non innovative free-riding scientists that just use the knowledge produced somewhere else. These groups of non innovative researchers would use other cluster’s knowledge (which they received by diffusion from the global network) as a base for innovation. The authors show that the more complicated the knowledge is, the shortest its transmission through the diffusion network will be. Their work has inspired our methodology to analyse the networks of collaboration in biotechnology. We postulate that our star scientists have better chances to produce innovation. We therefore use them as a starting

point in mapping the networks. As Cowan and Jonard (2003) showed, we believe that in order to learn from somebody else's work, a scientist must have worked with him at least indirectly to really be able to integrate his work. This implies that biotechnology knowledge is tacit to a very high level and therefore limits the expansion of the diffusion of knowledge by written ways. Indeed, it is crucial to a cluster's performance to be able to count on very knowledgeable collaborators with a great number of contacts in many research fields. More than ever, the value of a researcher is not only measured by what he knows but by who he knows and has worked with.

One of the main competitive advantages provided by the cluster is that high technology fields such as biotechnology are strongly science based. The knowledge transmission in these fields is mostly tacit and non-codifiable which require close geographical relation between researchers and implies that firms collaborating need to be geographically close (Feldman, 1999). Our model tries to evaluate the impact of the geographical distance and the cognitive distance (as defined by Balconi *et al.*, 2004) on the net production of innovation. We believe that geographical and cognitive distances should be closely linked; which would mean that the closest a researcher works from another researcher the more chances he has to work with him directly or indirectly. Our model of the biotechnology networks in the three largest clusters in Canada is also inspired by that of Balconi *et al.* (2004).

The paper is organised as follows: section 2 presents the bases of our methodology, section 3 introduces the data used in this study as well as the first results, section 4 presents the core of our preliminary analysis, and finally, section 5 concludes.

Methodology

It is interesting to put the theory of Cowan and Jonard (2003) in application, in a similar way to Breschi and Lissoni (2004) with the industry collaboration networks. To do this, we have collected patent data from the USPTO database available online. The aim is to evaluate the dynamics of innovation creation in the three biggest biotechnology clusters in Canada, i.e. Montreal, Toronto and Vancouver. Because data collection was a very long process, we limited our study to certain fields within biotechnology. We only collected patents in the class C-12-N, C-07 and C-08-K-L; these international classes represent respectively micro-organism or enzyme, organic chemistry and pharmaceutical preparation. We believe these classes will give us a good representative sample of the total patents attributed in biotechnology in the last years. We collected data on all patents granted from 1979 to February 2005 in those international classes but only for patents that had at least one of the authors living in one of the three major biotechnology clusters in Canada: Montreal, Toronto and Vancouver. In total, we collected 1915 patents totalizing 2830 authors. For the same period, the total Canadian biotechnology industry generated a total of 6122 patents involving 10 161 authors. We have therefore collected and analysed nearly 30% of all Canadian biotechnology patents a sample which we consider as sufficient to understand biotechnology collaboration networks between and within each cluster.

The database constructed, give us information about the patents (year of demand and approval, international classification, name, assignee, assignee addresses, patent citations, all the other references, references in other patent) and the authors (name and complete addresses). With these data we have extracted considerable information on biotechnology research industry in Canada. After cleaning the data, to have consistency with names and geographical localisation, we gained a general understanding of the production of knowledge by each of our clusters. To measure this production we used the number of patents produced by each cluster. This unit of measure is very imprecise

because of the relative importance of each patent. One invention could be useless or isolated and another one could lead to fantastic scientific discoveries. In order to quantify the performance of each cluster, to measure the rate of production of tangible assets, we will give more importance to patents which are often cited (excluding auto-citation). We will use this measure as the main product in our model of the dynamics of knowledge production in high technological cluster.

Having defined a unit to measure innovation, we are now able to compare the factors that affect the production of knowledge. We support the hypothesis put forward by Oliver (2004) in regards to the duality of competition and collaboration in collaboration networks in biotechnology. We believe that the capacity of a cluster to generate sustainable competitive advantages for R&D firms within its geographical frontier is directly linked to its collaboration networks of researchers. Not only will the cluster give quicker access to the knowledge developed by some of its scientists but it will give potential access to collaborations outside the geographical frontier of the cluster, hence making the tacit information available to firms located outside the cluster. In order to verify our hypothesis, we have sketched the networks of the biotechnology industry in the three main clusters in Canada.

Results

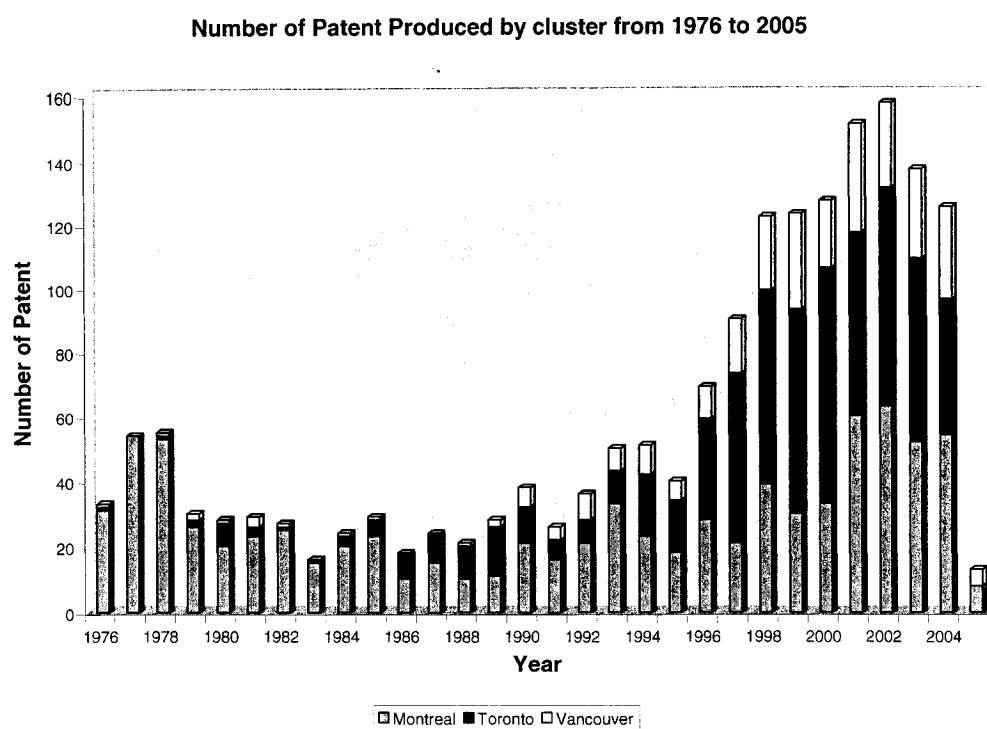
Before examining networks of collaborating scientists, let us first illustrate the evolution of patent numbers by year and cluster, the raw data from which we have extracted information on the networks under study.

Table A1 in appendix shows us the production of patent by each cluster for the last 29 years. It could be used as the output in our model to evaluate the influence of the quality of the collaboration networks in the knowledge production. It would be

interesting to look at the segregated data for each year like in Tables A2, A3 and A4 in the appendix. Unfortunately, our database does not allow access to the data relating to the evolution of the collaboration networks from a researcher's point of view. Figure 1 gives a good overall view of all these data. We can at least see from these tables that the total number of patents produced since 1979 in biotechnology is greater from the cluster of Montreal (856) than for Toronto (638), and Vancouver (277). Figure 1 clearly shows the increasing importance of the Toronto and Vancouver clusters since the mid 1990s in terms of patent production. For the same period, the production of Montreal has remained relatively stable.

We don't have data out of one of the three clusters because the criterion to classify the patent was that one of the authors was from one of these clusters. This means, that for some patents, we have some possible ambiguities as for their cluster classification because their authors are from different regions. In this case, we would take the address of the assignees of the patent, but it may not always be relevant because in many cases the assignees address is the main office of the company which is not necessarily in the same cluster as the research center. Therefore, a careful screening of the data is necessary in order to examine assign patents to various clusters. In this paper, however, we study the innovative networks of scientists and are concerned solely with the inventors' addresses.

Figure 1: Number of Patent Produced by Cluster from 1976 to 2005



From the information contained in patents, we have identified 743 collaboration networks in our data; the number of collaborators in each network varying between 2 and 183. This large range in the networks size is due to the nature of biotechnology research. It is possible to realise successful research in a small or large network depending on the exact nature and complexity of projects. Most networks, even if they clearly belong to a specific cluster, are not geographically confined to only one cluster. Many of them have links to other clusters, such as Ottawa or Boston. We have calculated the ratio of researchers from each of our Canadian clusters (Montreal, Toronto and Vancouver) to the total amount of researchers in each network. This ratio gives us the dominant geographical location (in terms of our three clusters and one extra category: “other location”) of each network. We then calculated the other high geographical concentration of collaborators to the network; they show us the knowledge transmission channels between various regions. We believe the more “extra-cluster”

relations and collaborations a cluster have, the better the development and production of knowledge will be for the cluster. For example the largest network has 183 researchers: 122 are from Montreal, 2 from Toronto, 2 from Vancouver and finally, the 57 others are from outside of the three main Canadian clusters, i.e. elsewhere in Canada or even out of the country. We will consider the specific provenance of these collaborators in the next step of our work. For this particular network, we would identify its main provenance as being Montreal because 2/3 of the scientists are from Montreal (our criteria to define the geographical nature of a network is based on the largest number of collaborators in the network, in case of equalities, we take both locations). This network, for instance, has very little collaboration with the Toronto and Vancouver clusters but has still a good intellectual input from outside the cluster. To understand the transmission of knowledge, we will geographically map each of the networks. This will give us very interesting and relevant information about the way knowledge is transmitted in the network and the geographical distance between collaborators. This exercise, however interesting goes beyond the scope of the present paper.

Table 1 summarises the results of the location of the networks. A non negligible number of the networks are classified as “Other”. “Other” signifies that the majority of the network’s collaborators are not from one of the cities included in one of the three clusters under study (our data is based on the author’s home addresses). “Other” refers to researchers in any other city in Canada, the United States or even, in some fewer cases, in other countries. Each of our networks is classified in one of those four categories (Montreal, Toronto, Vancouver or Other), hence the category with the largest amount of researchers is used to classify the network. In case of equality, both regions are associated with the network (or even three of them).

Table 2 shows the number of networks based upon the main location of the majority of scientists within each network in each of the four clusters (Montreal, Toronto, Vancouver, and other). The majority of networks to which Canadian scientists contribute

have a major component outside of the three main Canadian clusters. These networks are composed of 761 scientists from outside Canada and 2069 researchers within Canada.

Table 1: Number of Shared and Non-Shared Collaboration Networks by Cluster

Nature of the network	Number of networks
Other	222
Other, Montreal	42
Other, Montreal, Toronto	1
Other, Montreal, Vancouver	1
Other, Toronto	49
Other, Vancouver	15
Montreal	171
Montreal, Toronto	2
Montreal, Vancouver	2
Toronto	142
Toronto, Vancouver	1
Vancouver	95
Total	743

Table 2: Number of Net Collaboration Network by Cluster

Nature of the Network	Total Number of Networks
Other	276
Montreal	195
Toronto	168
Vancouver	104
Total	743

The subsequent results were obtained by adding the collaboration networks located mainly in a particular cluster and multiplying this number by the fraction of each network shared at a high level by two or three clusters. Our criterion to define a highly shared network is that at least 75% of the researchers have to be included in the classification. In other words, if at least of 75% of the researchers belong to the same cluster, there will only be a single classification. If less than 75% of all collaborators are located in the same cluster, the biggest cluster is taken into account. Out of the total of 743 collaboration networks identified, 412 had more than 75% of their collaborators located within the main cluster. This implies that 331 networks have at least 25% of their researchers established out of the geographical cluster boundary. Table 2 shows that Montreal is the cluster with the most concentrated collaboration networks followed by Toronto and Vancouver. We believe that the reason so many networks (276) are located outside our three clusters is that many small related networks, regionally close to the clusters but not affiliated to them are included in this classification.

Table 3 shows the location distribution of the more “decentralised” networks. Obviously the line “Other” doesn’t tell us much. We see that Toronto seems to have more affinity to generate collaborations with far away collaborators. Decentralised networks, giving

access to new technologies and methods could be perceived as a very good asset to a firm.

Table 3: Number of Collaboration Network with less than 75% of the Researchers in the Same Cluster

Cluster	Number of Networks
Other	107
Montreal	38
Toronto	53
Vancouver	17

An important factor characterising the 743 biotechnology networks identified in this research is the level of activity of the researchers measured by the number of collaborations associated with each scientist in the network. The global number of collaborations within each network is a good representation of the amount of knowledge exchanged and of the network productivity; assuming here that information exchanges resulted in the production of knowledge, and ultimately in a patent. This representation of research activity through the network does not include the work done by researchers who produced knowledge (here measured by patents) alone without collaborators; if a scientist is the only author of a particular patent, even if this author collaborated many other times with several researchers on other patents, this patent is not counted.

Tables 4 and 5 show the average number of collaborators within each network and the average number of time these scientists have worked together. Montreal-based networks have almost double the number of collaborations as those from Toronto and Vancouver.

Table 4: Number of Collaboration and Collaborators by Network with
Less than 75% of the Researchers in the Same Cluster

Nature of the network	Average Number of Collaborators by Network	Average Number of Collaboration by Network
Other	6	12
Montreal	8	17
Toronto	5	9
Vancouver	6	10

Table 5: Number of Collaboration and Collaborators by Network with
More than 75% of the Researchers in the Same Cluster

Nature of the network	Average Number of Collaborators by Network	Average Number of Collaboration by Network
Other	10	24
Montreal	12	25
Toronto	7	14
Vancouver	8	14

We can compare the data from the tables 4 and 5 to see the difference between the more segregated networks and the more decentralised ones. The decentralised networks are constituted on average of a smaller number of researchers and overall, have a more limited general collaboration than the centralised ones. This doesn't mean that they are of lesser importance; they give access to foreign science and technology. Once again, looking at the segregated data, we see that the Montreal-based centralised networks (more than 75% of the researchers in the same cluster) have almost double the number of collaborations as those from Toronto and Vancouver.

If we take the ratio of collaboration (see Table 6), however, the difference between these clusters is considerably attenuated. This ratio (ratio of collaboration) represents the average number of collaboration per researcher in a given network. This ratio can be modified to be more representative of the productive networks by removing from the calculation the networks that only produced one patent and we obtain the ratio of the second column. In general, Tables 4 to 6 show that there are no significant differences between the constitution of the networks in our three clusters and in the “Other” regions.

Table 6: Ratios of Collaborations

Nature of the net network	Ratio of Collaboration	Ratio of Collaboration without the Single Patent Network
Other	1,38	2,3
Montreal	1,32	2,3
Toronto	1,33	2,01
Vancouver	1,33	2,3

In table 7, we have counted the total number of researchers and sorted them by affiliation cluster. In this method we may count several time the same author if he moved in another cluster and patented there as well. By doing so we can take into account that a scientist moved and travelled with his knowledge still remains in contact with his old friends. There are however very few of these researchers in our data. Excluding the “Other” category, which represents anywhere else in the world, we see that Montreal possesses the greatest number of researchers in Canada. This contributes to a higher average number of collaborators per network for this city.

These numbers help us understand the structure of the networks of innovation production through collaborative patenting (i.e. patents with more than one author). We

can also have information on the production of single authors belonging to the network. This second indicator could be considered as an index of non collaborative innovation. To obtain these indicators requires a lot of programming, we will have to compare the number of collaborations (every collaboration indicates the production of one patent with at least another collaborator) for each author and compare it with the overall patent production by authors. Due to the similitude between this task and the patent citation analysis they will both be performed at the same time in a subsequent paper.

Table 7: Summary of Statistic on Researcher's Location

Cluster	Total number of researchers
Montreal	818
Toronto	582
Vancouver	357
Other	1073
Total	2830

Analysis

We will compare network quality, network size and the level of activity of each network. Network quality is defined by the number of star scientists affiliated to a particular network. We will use both the number of star scientists and the ratio of star scientists to the total number of scientists to compensate for the fact that for a similar probability of presence of star scientists, if the sample is larger, we have better chances to find them. Network size will be measured in terms of the number of scientists collaborating to the diffusion of knowledge in the network, i.e. we only keep the

researchers that collaborate. The level of activity of each network will be measured by the number of collaborations and the ratio of network size with respect to the number of collaborations in every network. These basic indicators will help us clarify the nature of the collaboration networks in the Canadian biotechnology industry. Network quality and size will be addressed in a further paper, while the level of activity of each network will be examined here.

As we can see in Table 8 the average ratio is 1.24, this would imply that general collaboration within networks is rather good. In order to have a better idea of the average collaboration in the networks, let us ignore the networks with a ratio of 1.0 to eliminate the one-patent networks. With this new way of analyzing we have a new mean of 1.75 and the smallest ratio is 1.09.

Table 8: Collaboration Ratios and Modified Collaboration Ratios for the Clusters

Nature of the network	Ratio of Collaboration			Ratio of Collaboration without the Single Patent Networks		
	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max
Other	1.0	1.54	11.69	1.10	1.83	11.69
Montreal	1.0	1.30	4.65	1.11	1.69	4.65
Toronto	1.0	1.42	3.08	1.20	1.67	3.08
Vancouver	1.0	1.38	3.65	1.09	1.63	3.65
Overall	1.0	1.24	11.69	1.09	1.75	11.68

We will look at the best performing networks, on a collaboration basis, and where they are localized to evaluate the impact of having efficient collaboration networks in a cluster on the production of knowledge. Table 9 shows the basic details of the 36

networks with a collaboration ratio greater than two. Examining collaborations within networks, we realise there is a great deal of collaboration between regions. Moreover, from the ratio of the network size to the number of collaborative links, we notice that there are networks that collaborate much more than others. We can postulate that the location of these 36 efficient networks within a particular cluster provides a competitive advantage for the knowledge-based firms located in this particular cluster, this however will be verified in further research. We have to be very careful in analyzing the data from the table because a network could have a very high ratio of collaboration but a very small number of researchers. On the one hand, a small network size obviously limits the overall knowledge diffusion possible. On the other hand, a large network with a small ratio is not necessarily bad. Let us consider the following analogy: if you have a very fast internet connection (very large number of researchers) but are limited to a small download limit per day (small number of collaborations) you won't be able to transfer a lot of data nor if you have unlimited download capacity (large number of collaborations) but an old and slow modem (very small number of researchers). To evaluate networks as an asset to a cluster we need to look at both these factors: the capacity of the network (size in term of researchers) and its potential or utilization (number of collaborations).

Some networks are much more productive than others. The question to consider is the impact of this difference on the production and ultimately the diffusion of knowledge in the biotechnology domain. As presented in Table 9, our results show that the best network has a ratio of 11.7 collaborations per researcher which implies that on average a scientist affiliated to that network has worked almost 12 times with other scientists in the network. This implies a very high degree of collaboration, and a really tight network, one which probably very hard to integrate for new researchers. It would be interesting to measure entry barriers in networks, especially in highly collaborative ones, but this goes beyond the scope of this paper. At the other end of the spectrum, several networks present a ratio of 1.0; i.e. every researcher only worked once with another researcher in the network (on a single patent). There are two different ways to interpret these results.

First, if the size of the network is from medium to large, it can be a sign that collaboration interconnections are scarce in the network implying a linear (as opposed to a matrix) network or that a few researchers have worked with most of the other researchers individually. Second, if the size of the network is small, it could mean that the network is very young and growing or simply that the network diffusion efficiency isn't good. In this case it could also be a few young researchers, not involved yet in any network that worked together on a single project.

Table 9: The 36 Networks with a Collaboration Ratio Greater than two

Network #	Number of researchers	Number of collaborations between Researchers	Ratio Collaboration/ researcher	Cluster General Classification	Percentage of Researchers in the Main Cluster Classification
107	26	304	12	Other	88
672	12	67	6	Other	91
1	183	850	5	Montreal	66
214	14	76	5	Other	71
455	20	73	4	Vancouver	50
72	10	43	4	Montreal	40
20	16	66	4	Montreal	87
2	9	37	4	Montreal	77
27	10	27	3	Vancouver	80
7	28	83	3	Other	53
5	114	384	3	Montreal	81
3	26	69	3	Other	57
78	20	53	3	Vancouver	60

Network #	Number of researchers	Number of collaborations between Researchers	Ratio Collaboration/ researcher	Cluster General Classification	Percentage of Researchers in the Main Cluster Classification
91	11	35	3	Montreal	72
92	6	16	3	Other	83
100	7	22	3	Other	57
124	13	39	3	Montreal	92
127	10	28	3	Montreal	80
57	10	26	3	Vancouver	80
321	13	40	3	Toronto	53
682	6	16	3	Montreal	66
639	13	43	3	Vancouver	61
511	7	22	3	Other	71
500	29	82	3	Vancouver	75
499	34	103	3	Toronto	76
498	26	75	3	Toronto	65
174	13	36	3	Montreal	61
340	6	16	3	Other	83
228	36	101	3	Other	52
310	7	22	3	Other	85
267	10	27	3	Montreal	100
258	8	23	3	Other	75
238	6	16	3	Other	83
232	6	16	3	Other	83

Network #	Number of researchers	Number of collaborations between Researchers	Ratio Collaboration/ researcher	Cluster General Classification	Percentage of Researchers in the Main Cluster Classification
697	6	16	3	Other	66
443	17	53	3	Other	76

Table 10 shows that the greatest number of best or efficient (collaboration ratio greater than two) collaboration networks are located outside of our three clusters as well as in Montreal. This means that Montreal benefits from a greater quantity of efficient networks to contribute to knowledge production in the biotechnology sector. We suggest that the large amount of networks located in other regions or clusters is due to the presence of other strong biotechnology clusters around our three clusters and outside of the country. If we look for example at the network 107 which is located 12% in Montreal and 88% in Indiana; we are here in the presence of a 12% Montreal link to a foreign cluster. Montreal can potentially benefit from the knowledge transfers that result from these collaborations. This is a factor that could be considered to have a positive effect on the knowledge production of the Montreal cluster for instance. We therefore have to look carefully not only to the dominant location of a network but also to the second or third location to evaluate the impact of each particular network.

Table 10: Location of the Best Networks (Collaboration Ratio Greater than two)

Clusters	Number of best networks
Other	16
Montreal	11
Toronto	3
Vancouver	6

Conclusion

The reason a cluster is attractive or not to a firm doesn't only lie in its physical aspect. Many other factors have direct and indirect impacts on the creation of innovation. The dynamics of new innovative creation in high technology clusters is very complex. Collaboration networks are definitely a key factor in the knowledge generation that underlies new innovation within biotechnology clusters. In this paper, we have highlighted the size and structure of collaboration networks within three Canadian biotechnology clusters. Using the information contained in specific biotechnology patents of Canadian scientists, we identified 743 networks of collaborators, the largest involving 183 researchers. The best network has a ratio of 11.7 collaborations per researcher which implies that on average scientists affiliated to that network have worked almost 12 times with one another. We also found that in general, Montreal has a greater number of networks more concentrated within its boundaries but that Toronto with a smaller number of networks benefits from knowledge networks that are more decentralised. We were also able to establish that the collaboration networks that lie within the cluster of Montreal are in general larger than those from Toronto and Vancouver, in terms of the amount of collaborators and collaborations. We have also shown that the networks of the Toronto cluster have wider geographical limits than that of Montreal and Vancouver which are generally more concentrated in one location. This could mean that the Montreal cluster have better knowledge diffusion within a smaller range. In contrast, the Toronto cluster benefits from wider sources of information, therefore, a smaller *quantity* of information can circulate and arrive to the cluster of Toronto but knowledge is of a greater *variety*.

The question as to the exact role networks play and their importance in the chain of knowledge creation requires however, the construction of a formal model that would globally represent knowledge creation. In this article, we have set the bases for the realisation of this model. We have collected relevant information about the

biotechnology collaboration networks in Canada, this information will be the foundation of our model.

Our next step is to finish the study on collaboration network and implement it using the citation database to see the role played by star scientists. In order to assess the importance of the star scientists within each important network from various regions and clusters, we plan to map the network using the link between researchers/regions. Finally, we will add to the model different social and economic factors that contribute to the attraction and retention of knowledge and successful researchers.

References

- BALCONI, Margherita, BRESCHI, Stefano, LISSONI, Francesco (2004) Networks of Inventors and the Role of Academia: an exploration of Italian Patent Data, *Research Policy* Vol. 33, no 1, pages 127-145.
- BEAUDRY, Catherine (2001) Entry, Growth and Patenting in Industrial Clusters: A study of the Aerospace Industry in the UK, *International Journal of the Economic of Business*, Vol. 8, No. 3, pages 405-436.
- BEAUDRY, Catherine and BRESCHI, Stefano (2003) On clustering of innovative firms: empirical evidence from Italy and the UK, *Economics of Innovation and New Technology*, Vol. 12, No. 4, pp. 325-42.
- BRESCHI, Stefano, LISSONI, Francesco (2004) Knowledge networks from patent data: Methodological issues and research targets, *Druid conference 1994*.
- COWAN, R., JONARD, N. (2003) The Dynamic of collective invention, *Journal of Economic Behavior & Organisation*, Vol. 52, pages 513-532.
- FELDMAN, M. P., AUDRETSCH, D. B. (1999) Innovation in Cities: Science-Based Diversity, Specialisation and Localized Competition *European Economic Review*, Vol. 43, pages 409-429.
- FLORIDA, Richard, (2004) The rise of the Creativity Class: Why cities without gays and rock bands are losing the economic development race. Adapted from the Book: *The Rise of the Creative class: and How Its transforming Work*, June 2002.
- GERTLER, S. Meric, VINODRAI, Tara, (2004) Anchors of creativity: How do Public University Create Competitive and Cohesive Communities?, Presented at *Building Excellence: Graduate Education and Research*, University of Toronto, December 2004.
- OLIVER, L. Amalya, (1998) Networking Network Studies: an Analysis of Conceptual Configuration in the Study of Inter-Organizational Relationship – include appendix – Special Issue: The Organizational Texture of Inter-Firm Relations, *Organization Studies* Vol. 19, no 4

- OLIVER, L. Amalya, (2004) On the Duality of Competition and Collaboration Network-Based Knowledge Relation in the Biotechnology Industry, *Scandinavian Journal of Management* Vol. 20 1, pages 151-171.
- SWANN, G.M. Peter, PREVEZER, M., STOUT, D. (1998) The Dynamics of industrial Clustering: International Comparisons in Computing and Biotechnology, *Oxford University Press* Oxford.
- WOLFE, A. David, (2004) Innovation and Research Funding: The Role of Government Support. Adapted from research done with Ammon salter and Matthew Lucas. Center for International Studies. December 2004.
- ZHAO, Dangzhi, LOGAN, Elisabeth, (2002) Citation Analysis Using Scientific Publications on the Web as Data Source: A Case Study in the XML Research Area, *Akademia Kiado, Budapest* Vol. 54, no 3, pages 449-472.
- ZUCKER, G. Lynne, DARBY, R. Micheal (1996) Star Scientist and institutional Transformation: Patterns of Invention and Innovation in the Formation of the Biotechnology Industry, *Proceedings of the National Academy of Science, U.S.A.* Vol. 21, pages 12709-12716.

Appendices

Table A1: Total Patent Production in the Three Clusters

Year of Deposit	Number of Patents
1976	33
1977	54
1978	55
1979	30
1980	28
1981	29
1982	27
1983	16
1984	25
1985	29
1986	18
1987	24
1988	21
1989	28
1990	42
1991	31
1992	38
1993	57
1994	53
1995	48
1996	78

Year of Deposit	Number of Patents
1997	97
1998	137
1999	138
2000	147
2001	167
2002	169
2003	149
2004	134
2005	13

Table A2: Evolution of Patent Production in the Montreal Cluster

Year of Deposit	Number of Patent
1976	31
1977	54
1978	53
1979	26
1980	20
1981	23
1982	25
1983	15
1984	20
1985	23
1986	10
1987	15

Year of Deposit	Number of Patent
1988	10
1989	11
1990	21
1991	16
1992	21
1993	33
1994	23
1995	18
1996	28
1997	21
1998	39
1999	30
2000	33
2001	60
2002	63
2003	52
2004	54
2005	8

Table A3: Evolution of Patent Production in the Toronto Cluster

Year of Deposit	Number of Patents
1976	1
1978	1
1979	2

Year of Deposit	Number of Patents
1980	7
1981	3
1982	1
1983	1
1984	3
1985	5
1986	8
1987	9
1988	10
1989	15
1990	11
1991	6
1992	7
1993	10
1994	19
1995	16
1996	31
1997	52
1998	60
1999	63
2000	73
2001	57
2002	68
2003	57

Year of Deposit	Number of Patents
2004	42

Table A4: Evolution of Patent Production in the Vancouver Cluster

Year of Deposit	Number of Patents
1976	1
1978	1
1979	2
1980	1
1981	3
1982	1
1984	1
1985	1
1988	1
1989	2
1990	6
1991	4
1992	8
1993	7
1994	9
1995	6
1996	10
1997	17
1998	23
1999	30

Year of Deposit	Number of Patents
2000	21
2001	34
2002	26
2003	28
2004	29
2005	5