

Titre: Enquête exploratoire sur les avantages et les risques des partenariats des entreprises développant ou utilisant des nanotechnologies au Québec
Title:

Auteur: Éric Garat
Author:

Date: 2012

Type: Mémoire ou thèse / Dissertation or Thesis

Référence: Garat, É. (2012). Enquête exploratoire sur les avantages et les risques des partenariats des entreprises développant ou utilisant des nanotechnologies au Québec [Mémoire de maîtrise, École Polytechnique de Montréal]. PolyPublie.
Citation: <https://publications.polymtl.ca/1044/>

 **Document en libre accès dans PolyPublie**
Open Access document in PolyPublie

URL de PolyPublie: <https://publications.polymtl.ca/1044/>
PolyPublie URL:

Directeurs de recherche: Nathalie De Marcellis-Warin, & Thierry Warin
Advisors:

Programme: Génie industriel
Program:

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

ENQUÊTE EXPLORATOIRE SUR LES AVANTAGES
ET LES RISQUES DES PARTENARIATS DES
ENTREPRISES DÉVELOPPANT OU UTILISANT DES
NANOTECHNOLOGIES AU QUÉBEC

ÉRIC GARAT

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)

DÉCEMBRE 2012

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

Ce mémoire intitulé :

ENQUÊTE EXPLORATOIRE SUR LES AVANTAGES ET LES RISQUES DES
PARTENARIATS DES ENTREPRISES DÉVELOPPANT OU UTILISANT DES
NANOTECHNOLOGIES AU QUÉBEC

présenté par : GARAT Éric

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

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

Mme BEAUDRY Catherine, ing., D. Phil., présidente

Mme DE MARCELLIS-WARIN Nathalie, Doct., membre et directrice de recherche

M. WARIN Thierry, Ph.D., membre et codirecteur de recherche

Mme GAUTHIER Caroline, Doct. ès Sc., membre

DÉDICACE

À ma famille

Et à ma grand-mère : Cécile

REMERCIEMENTS

Je voudrais tout d'abord remercier ma directrice de recherche, Nathalie De Marcellis-Warin, ainsi que mon co-directeur, Thierry Warin, pour le temps et l'énergie qu'ils m'ont consacré et pour m'avoir donné l'opportunité de participer à un projet aussi passionnant et motivant.

Je tiens à remercier le Centre Interuniversitaire de Recherche en Analyse des Organisations (CIRANO) de m'avoir permis d'utiliser ses ressources lors de la réalisation de ce projet.

J'aimerais remercier Carl St-Pierre pour son aide à la validation de mon questionnaire et à l'analyse statistique des résultats.

Je remercie également Catherine Beaudry et Caroline Gauthier d'être membres du jury pour l'évaluation de ce mémoire.

J'aimerais aussi remercier l'ensemble des personnes qui ont accepté de m'accorder des entrevues et de participer au processus de validation du questionnaire. Je souhaiterais aussi remercier tous les interlocuteurs du milieu industriel d'avoir participé à l'enquête et de m'avoir aidé à la perfectionner.

Pour finir je voudrais remercier tout spécialement ma famille, mes amis et mes collègues du CIRANO pour leurs encouragements et leur soutien dans les moments plus difficiles.

RÉSUMÉ

Au cours des dernières années, les nanotechnologies sont devenues un domaine de recherche de grand intérêt. Ces technologies à usage général offrent un potentiel de développement dans une multitude de secteurs industriels qui, à terme, pourraient changer complètement chaque aspect de notre vie quotidienne ouvrant à de nouvelles opportunités, de nouveaux produits et de nouveaux marchés. Les nanotechnologies ont poussées les gouvernements de nombreux pays à investir pour leur développement car elles sont capables de répondre à de nombreux défis industriels. C'est dans ce contexte multisectoriel que le transfert de connaissance et sa commercialisation prennent une dimension importante. La recherche en nanotechnologies est valorisée par le capital intellectuel des entreprises qui cherchent à innover et améliorer leurs produits. En ce sens les nanotechnologies ne créent pas d'innovation de rupture mais sont intégrés avec d'autres technologies. Pour obtenir ces connaissances qu'elles ne possèdent pas à l'interne, les entreprises doivent ouvrir leurs frontières et orienter leur modèle d'affaires vers le partage d'information et la collaboration avec d'autres organismes tels que des universités, des laboratoires de recherche, d'autres entreprises, etc. Malheureusement les phases de recherche et de développement de produits issus des nanotechnologies sont longues et coûteuses. En effet, la certification des nouveaux produits est un processus très long qui est appliqué au cas par cas. Ce qui n'est pas pour encourager les potentiels investisseurs.

Dans cette recherche, nous avons mis en évidence les paramètres que perçoivent les gestionnaires quand ils doivent décider ou non de collaborer. Notre étude se distingue des travaux recensés dans la littérature en se concentrant sur les bénéfices et les obstacles des relations de partenariats en lien avec les nanotechnologies. L'objectif étant de comprendre en quoi les nanotechnologies peuvent influencer sur les paramètres de la prise de décision. Pour cela, nous avons dans un premier temps mené des entretiens semi-directifs auprès de chercheurs universitaires et de représentants de réseaux de collaborations au Québec. Basé sur ces entrevues et notre analyse de la littérature, nous avons ensuite rédigé et administré une enquête par questionnaire adressée aux gestionnaires des entreprises qui utilisent ou développent des nanotechnologies au Québec.

Les résultats de cette démarche montrent que les principaux avantages attendus de ces partenariats sont le partage des connaissances et des ressources pour accéder à de nouveaux

marchés et à d'autres sources de financements. En effet, de nombreux organismes au Québec proposent des financements pour les projets effectués en partenariats. Dans ce contexte d'innovation ouverte, les entreprises sont encouragées à collaborer et à rechercher des ressources au-delà de leurs propres frontières pour développer de nouveaux produits ou procédés desquels le réseau de collaborations pourra tirer avantage. Ces compagnies effectuent une veille technologique pour leur permettre de cibler les nouvelles opportunités et acquérir les connaissances adéquates pour les mettre en œuvre. Par ailleurs, grâce aux progrès des technologies de communication, les notions de distance pour réaliser les partenariats perdent de leur importance. Même si les entreprises ont tendance à se regrouper dans des clusters de même activité sectorielle, les nanotechnologies ne sont pas un facteur influant de ce rapprochement. Ainsi les nanotechnologies interagissent avec les autres technologies (comme pour les biotechnologies ou la micro-électronique par exemple) tout au long de la chaîne de valeur et leur développement amène de nouveaux défis d'intégration dans de nombreux secteurs que les entreprises peuvent résoudre par le biais des collaborations. C'est notamment le cas pour l'augmentation des échelles de production des nanoparticules et l'accès à de nouveaux marchés et donc à de nouvelles opportunités d'application pour ces nanoproducts. Par ailleurs, le transfert de connaissances au Québec est largement encouragé par la mise en place de stages. Ils permettent aux entreprises de bénéficier d'une expertise issue du domaine universitaire pour accompagner leurs projets de recherche et de développement. Ces stages donnent également l'opportunité de conserver cette expertise à l'interne en employant l'étudiant à la fin de son cursus universitaire.

D'un autre côté les relations de collaboration peuvent être perçues comme instables et risquées. Ces risques peuvent agir comme des obstacles et pousser les gestionnaires à refuser de collaborer avec d'autres entités. Le principal risque mis en évidence est celui de ne pas créer de valeur à l'issue du partenariat. Ce risque est caractérisé par un échec lors du développement et de la mise en place de la nouvelle technologie. De plus, lorsque les organismes qui collaborent sont issus de secteurs industriels différents, il est parfois difficile de parler le même langage et de comprendre les attentes réciproques de chacune des parties prenantes. Ces différences sont parfois difficiles à surmonter lorsqu'il est question de réunir tout le monde autour des mêmes objectifs. Nous avons également séparé les entreprises en deux groupes : Celles qui fabriquent les nanoparticules et donc qui se situent en amont de la chaîne de valeur, et celles qui les utilisent. Pour ces dernières, nous ne pouvons malheureusement pas préciser leur situation dans cette chaîne de valeur tant elle

peut varier en fonction des produits et des projets pour lesquels l'entreprise peut avoir recours aux nanotechnologies. Cependant, les entreprises situées au début de la chaîne de valeur semblent plus sensibles aux risques d'appropriation unilatérale des ressources ou des compétences lors d'un partenariat.

ABSTRACT

In recent years, nanotechnology has become a research area of great interest. These general purpose technologies offer a potential for development in a variety of industries that ultimately could completely change every aspect of our daily lives, opening to new opportunities, new products and new markets. Nanotechnology has pushed governments in many countries to invest in their development because they are able to meet many industrial challenges. It is in this multisectorial context that the knowledge transfer and commercialization is an important dimension. Nanotechnology research is enhanced by the intellectual capital of companies seeking to innovate and improve their products. In this sense, nanotechnology does not imply innovation breakthrough as they are integrated with other technologies. For this knowledge that they do not possess internally, companies must open their borders and orient their business models to information sharing and collaborations with other organizations such as universities, laboratories research, other companies, etc.. Unfortunately phases of research and development of nanotechnology products are long and expansive. In fact, the certification of new products is a very long process that is applied case by case. This is not to encourage potential investors.

In this research, we have identified the parameters that managers perceive when they must decide whether or not to cooperate. Our study differs from the work reported in the literature by focusing on the benefits and challenges of partnering for the development of nanotechnology. Our goal is to understand how nanotechnology can affect the parameters of the decision. To do this, we initially conducted semi-structured interviews with academics and representatives of collaboration networks in Quebec. Based on these interviews and our literature analyses, we developed and administered a questionnaire sent to the managers of businesses that use or develop nanotechnology in Quebec.

The results of this work show that the main expected benefits of these partnerships is the knowledge and resources sharing to access new markets and other funding sources. Indeed, many organizations in Quebec offer funding for projects carried out in partnership. In this open innovation context, companies are encouraged to collaborate and to seek resources beyond their own borders to develop new products or processes, which will benefit to the whole collaboration network. These companies perform a technology monitoring to identify new opportunities and acquire the knowledge necessary to implement them. Moreover, thanks to advances in

communication technologies, the notion of distance loses its importance in order to achieve partnerships. While companies tend to congregate in clusters of same activity, nanotechnology is not an influent factor in this grouping. And nanotechnologies interact with other technologies (like biotechnology and microelectronics, for example) along the value chain and their development brings new integration challenges in many areas that companies can solve by taking advantage of collaborations. This is particularly the case for increasing production scales of nanoparticles and for accessing to new markets and thus new application opportunities for these nanoproducts. In addition, the knowledge transfer in Quebec is widely encouraged by establishing internships. They allow companies to benefit from the expertise of academics to support their research and development. These internships also provide the opportunity to keep this expertise in-house employing the student at the end of his studies.

On the other hand, collaborative relationships may be perceived as unstable and risky. These risks may act as barriers and could push managers to refuse to cooperate. The main risk identified is to not create value at the end of the partnership. This risk is characterized by a failure in the development and the implementation of the new technology. Furthermore, when organizations are working together from different industrial sectors, it is sometimes difficult to interact with the same language and to understand the mutual expectations of each stakeholder. These differences are sometimes difficult to overcome when it comes to bring everyone together around a common goal. We also separate companies into two groups: Those who make the nanoparticles and therefore that are located upstream of the value chain, and those who use them. For these, we unfortunately cannot specify their location in the value chain as it may vary depending on products and projects for which the company may be using nanotechnologies. However, firms located at the beginning of the value chain seem more sensitive to the risks of unilateral resources or expertise appropriation in a partnership.

TABLE DES MATIÈRES

DÉDICACE.....	iii
REMERCIEMENTS	iv
RÉSUMÉ.....	v
ABSTRACT	viii
TABLE DES MATIÈRES.....	x
LISTE DES TABLEAUX	xiv
LISTE DES FIGURES	xv
LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS.....	xvi
LISTE DES ANNEXES	xviii
CHAPITRE 1 MISE EN CONTEXTE	1
1.1 Les Nanotechnologies	1
1.2 Les Nanotechnologies au Canada.....	4
1.2.1 Organismes principaux au Canada	4
1.2.2 Le réseau de collaborations	6
1.2.3 Politique de régulation.....	7
1.3 Le contexte du développement des nanotechnologies au Québec.....	11
1.3.1 Historique du développement des nanotechnologies au Québec	11
1.3.2 Les intervenants majeurs au Québec	11
1.4 Les nanotechnologies et le risque “perçu”	16
1.5 Enjeux de la recherche.....	17
CHAPITRE 2 REVUE DE LITTÉRATURE.....	19
2.1 Formes de gouvernance des entreprises	19
2.2 Stratégies et organisation de la recherche et du développement	21

2.2.1	Concept d'innovation	21
2.2.2	L'innovation ouverte	22
2.2.3	Approche par la base de connaissance	23
2.3	Partenariats	25
2.3.1	Définition.....	25
2.3.2	Types de partenariats	26
2.4	Regroupements géographiques et clusters.....	28
2.4.1	Alliances et coopérations au sein des clusters	31
2.4.2	Création de start-ups.....	32
2.5	Brevets et licences	33
2.6	Risques des collaborations	35
2.6.1	Définition du risque	36
2.6.2	Le risque relationnel	37
2.6.3	Le risque de performance	38
2.6.4	Facteurs influant sur la décision de collaboration	39
2.7	Conclusion de la revue de littérature	40
CHAPITRE 3	MÉTHODOLOGIE DE LA RECHERCHE EXPLORATOIRE.....	41
3.1	Justification de l'approche exploratoire	41
3.2	Objectifs et avantages de la recherche.....	42
3.2.1	Objectif général de l'étude	42
3.2.2	Avantages attendus de la recherche.....	42
3.2.3	Problématique de la recherche.....	42
3.3	Thèmes de la recherche	43
3.3.1	Thème 1 : Le contexte d'innovation des entreprises de nanotechnologie.....	43

3.3.2	Thème 2 : Caractérisation des relations de collaboration.....	44
3.3.3	Thème 3 : Risques et obstacles des relations de coopération.....	45
3.4	Méthodologie.....	45
CHAPITRE 4	ENTREVUES EXPLORATOIRES.....	47
4.1	Objectifs des entrevues.....	47
4.2	Étude qualitative.....	47
4.3	Personnes interrogées	48
4.4	Description des entretiens.....	48
4.5	Résultats des entrevues exploratoires	49
4.5.1	Activités au Québec.....	49
4.5.2	Chaîne de valeur et collaborations	51
4.5.3	Risques	56
4.6	Conclusion.....	59
CHAPITRE 5	MODÈLE.....	60
5.1	La chaîne de valeur des nanotechnologies	60
5.2	Exemple d'une chaîne de textile.....	61
5.3	Modélisation globale	66
5.4	Modèle.....	67
5.4.1	Revue des points clés et propositions.....	68
5.5	Conclusion.....	71
CHAPITRE 6	ENQUÊTE AUPRÈS DES ENTREPRISES QUI UTILISENT OU DÉVELOPPENT DES NANOTECHNOLOGIES	72
6.1	Méthodologie de l'administration du questionnaire.....	72
6.1.1	Population visée.....	72
6.1.2	Composition générale.....	72

6.1.3	Validation du questionnaire.....	74
6.1.4	Conformité éthique de la démarche.....	74
6.1.5	Administration du questionnaire	74
6.2	Variables de l'étude.....	75
6.3	Rédaction du questionnaire	77
6.4	Résultats de l'enquête.....	82
6.4.1	Renseignements généraux sur les entreprises ayant répondu.....	85
6.4.2	Activités de l'entreprise.....	87
6.4.3	Relations de Partenariat.....	95
6.4.4	Résultats des corrélations non-paramétriques de Spearman	101
6.4.5	Risques liés aux partenariats	103
6.5	Particularités liées à la chaîne de valeur.....	108
6.5.1	Outils de propriété intellectuelle	108
6.5.2	Perception des risques	112
6.5.3	Intensité des risques perçus	112
6.6	Résumé des principaux résultats mis en évidence.....	114
CHAPITRE 7 DISCUSSION ET CONCLUSION		116
BIBLIOGRAPHIE		121
ANNEXES		131

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1-1: Répartition sectorielle des utilisateurs d'IMC au Québec	13
Tableau 6-1: Données descriptives de l'échantillon	84
Tableau 6-2: Détail des activités en lien avec les nanotechnologies.....	87
Tableau 6-3: Complément de données sur les activités des répondants	88
Tableau 6-4: Comparaison entre source de financement et marché cible.....	92
Tableau 6-5: Proximité géographique d'organismes ayant des activités similaires	95
Tableau 6-6: Changements des objectifs de partenariat.....	98
Tableau 6-7: Données d'analyses des réponses à la question QAP12.....	101
Tableau 6-8: Risques et dépenses en R&D liées aux nanotechnologies	101
Tableau 6-9: Partenariats et financements	102
Tableau 6-10: Détails des réponses aux questions concernant la décision de collaborer	103
Tableau 6-11: Détails des réponses aux questions concernant la décision de collaborer (suite et fin)	104
Tableau 6-12: Propriété intellectuelle des entreprises faisant uniquement utilisation des nanotechnologies	109
Tableau 6-13: Propriété intellectuelle des entreprises produisant des nanotechnologies	110
Tableau 6-14 : Outils de propriétés intellectuelle (OPI) et taille de l'entreprise	111

LISTE DES FIGURES

Figure 1-1: Applications des nanoparticules	3
Figure 1-2: Positionnement du C2MI.....	15
Figure 5-1: Chaîne de transformation des nanomatériaux	61
Figure 5-2: Chaîne de valeur de l'industrie du textile en Caroline du Sud.....	62
Figure 5-3: Nanotechnologies dans la chaîne de valeur de l'industrie textile	64
Figure 5-4: Intégration de nouvelles fonctions grâce aux nanotechnologies	65
Figure 6-1: Domaines d'activité des répondants	85
Figure 6-2: Lien entre l'entreprise et les nanotechnologies.....	86
Figure 6-3: Répartition de la propriété intellectuelle détenue.....	89
Figure 6-4: Revenus des nanotechnologies.....	90
Figure 6-5: Zones géographiques du marché cible	91
Figure 6-6: Provenances géographiques des sources de financement.....	92
Figure 6-7: Sources de financement.....	94
Figure 6-8: Nombre de partenariats	95
Figure 6-9: Préférences de partenariats.....	96
Figure 6-10: Objectifs des partenariats	97
Figure 6-11: Situation géographique des partenaires.....	99
Figure 6-12: Appréciation générale des partenariats par rapport aux objectifs stratégiques des entreprises.....	100
Figure 6-13: Perception globale des risques	105
Figure 6-14: Faits influençant la décision de collaborer	106
Figure 6-15: Importance accordée aux caractéristiques des partenaires	107
Figure 6-16: Intensité des risques dans la chaîne de valeur	113

LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS

CNRC	Conseil national de Recherches du Canada
C2MI	Centre de Collaboration MiQro Innovation
CEPA	Canadian Environment Protection Act
DSL	Domestic substance list
EHS	Environmental Health and Safety
ELSI	Ethical, legal and social issues
EUDB	Enquête sur l'utilisation et le développement de la biotechnologie
FQRNT	Fonds de recherche du Québec - Nature et technologie
FQRSC	Fonds de recherche du Québec - Société et culture
FRSQ	Fonds de recherche en santé du Québec
IMC	Installations Majeures Centrales
INNT	Institut National de Nanotechnologie
INRS	Institut national de la recherche scientifique
IPI	Installations de Partenariat industriel
IQN	l'Infrastructure Québécoise en Nanotechnologie
MDEIE	Ministère du développement économique de l'innovation et de l'exportation
NE3LS	Network on Ethical, Environmental, Economic, Legal and Social issues regarding nanotechnology development
NINT	National Institute for NanoTechnology
NRC	National Research Council
NSNR	New Substance Notification Regulation
OGM	Organisme génétiquement modifié
OPI	Outils de Propriété Intellectuelle

S&T	Science & Technology
SCIAN	Système de classification des industries de l'Amérique du Nord
VRQ	Valorisation-Recherche Québec

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE A – LISTE DES FINANCEMENTS PUBLICS PROPOSÉS AUX ENTREPRISES	131
ANNEXE B – COMPLÉMENT DE L’ANALYSE DES RISQUES DES PARTENARIATS DANS LA CHAÎNE DE VALEUR	132
ANNEXE C – LISTE DES ORGANISMES REPRÉSENTÉS LORS DES CONFÉRENCES	135
ANNEXE D – QUESTIONNAIRE TEL QU’IL A ÉTÉ PROPOSÉ AUX ENTREPRISES	136

CHAPITRE 1 MISE EN CONTEXTE

1.1 Les Nanotechnologies

Les nanosciences regroupent l'ensemble des études, des procédés de fabrication et de manipulation de structures, de dispositifs et de systèmes matériels à l'échelle atomique, moléculaire et macromoléculaire. A ces échelles, les propriétés de la matière diffèrent sensiblement de celles qui prévalent à une plus grande échelle. La nanotechnologie, quant à elle, concerne l'application de la recherche effectuée dans le cadre de la nanoscience. Les nanotechnologies sont donc liées à la conception, la caractérisation, la production et l'application de structures par le contrôle de la forme et de la taille à une échelle nanométrique.

Un des problèmes que rencontrent les nanotechnologies est la confusion qui règne autour de sa définition. En effet, le préfixe “nano” est souvent utilisé par les entreprises pour des applications qui n'en sont pas vraiment. La plupart des définitions parlent de l'étude et du contrôle des phénomènes et des matériaux dont les dimensions caractéristiques sont en dessous de 100 nm. Mais le plus important pour cette définition est que la structure doit posséder des propriétés particulières dues à son échelle nanométrique.

En ce sens, nous retiendrons la définition énoncée par Bawa, et al.(2005):

"The design, characterization, production, and application of structures, devices, and systems by controlled manipulation of size and shape at the nanometer scale (atomic, molecular, and macromolecular scale) that produces structures, devices, and systems with at least one novel/superior characteristic or property."

Cette définition illustre bien le fait qu'un produit de nanotechnologie doit avoir au moins une de ces dimensions à l'échelle nanométrique et que la manipulation à cette échelle donne lieu à de nouvelles propriétés physiques ou chimiques.

Partant de cette définition, nous pouvons dès à présent présenter que les nanotechnologies forment un domaine vaste qui touche une grande majorité des secteurs industriels avec un grand nombre d'applications. Ces nouvelles technologies possèdent la capacité d'introduire des changements sociaux majeurs sur les plans scientifiques, médicaux, économiques et culturels,

face notamment à l'urgence des enjeux mondiaux concernant l'énergie, la santé, l'eau potable et les changements climatiques.

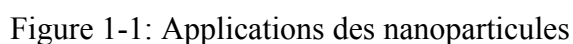
Les Nanotechnologies sont souvent décrites comme des technologies à usage général (Mangematin, V. et al., 2011) utilisées comme solutions à de nombreux défis industriels ou bien comme point de convergence avec d'autres technologies comme les biotechnologies, la physique, l'électronique, les sciences de la communication ou encore les sciences sociales (Freitas Jr, 2010; Hyungsub et al., 2009; Kautt et al., 2007; Linton et al., 2004).

Les avantages perçus de ce domaine ont convaincu de nombreux gouvernements partout dans le monde, y compris le gouvernement Canadien, de la nécessité d'investissements importants dans la recherche et le développement de la nanoscience et de la nanotechnologie.

Les nombreuses inventions d'instrumentation des années 80 ont permis le développement de la nanotechnologie que nous connaissons actuellement. Ce secteur n'en est encore qu'à ses premiers stades de développement et son avenir en reste difficile à prévoir. Il est estimé que les nanotechnologies ont impactés 251 millions de dollars dans l'économie mondiale en 2009. Selon les prévisions, le marché global des produits de la technologie serait de l'ordre de 2,4 Milliards de dollars dès 2015 (Lux Research, 2010).

Voici une liste non exhaustive des secteurs impactés par les nanotechnologies:

- La santé : Imagerie, médicaments, thérapie génique...
- La microélectronique : Miniaturisation d'éléments.
- Les loisirs : Équipements sportifs plus légers.
- Les cosmétiques : Nano-émulsions, nano-pigments...
- Les peintures : vernis, pigments, résines, revêtements...
- L'alimentaire : Additifs, emballages, traçabilité...
- Le textile : Amélioration des propriétés des fibres, membranes respirantes...
- Le transport : Renforts d'ailes d'avions, amélioration des frottements...
- Le bâtiment : Vitrages, bétons...



International Journal of Nanotechnology (IJNT), Vol. 6, No. 5/6, 2009)

En tant que technologie d'usage général, les nanotechnologies ont des applications multisectorielles et ont tendance à encourager les grands groupes à étendre leurs activités vers d'autres secteurs. Les nanotechnologies possèdent un grand potentiel pour l'innovation et seraient le prochain moteur du développement économique de ce siècle comme le précisent Lipsey et al. (2005) et Youtie et al. (2008).

1.2 Les Nanotechnologies au Canada

1.2.1 Organismes principaux au Canada

D'après les résultats de l'enquête de McNiven (2005), 88 entreprises avaient déclaré des activités de nanotechnologies au Canada. Parmi celle-ci :

- 91% d'entre elles effectuent des activités de recherche et développement.
- 27% en sont à l'étape de la production ou de la commercialisation.
- 90% de ces entreprises sont de petite ou moyenne taille.

Actuellement, on peut compter 118 entreprises engagées dans le domaine des nanotechnologies répertoriées sur le site internet d'*Industrie Canada*. Mais leur nombre reste incertain suivant la définition que l'on donne aux nanotechnologies. Il existe également un phénomène qui pousse certaines entreprises à ne pas déclarer officiellement une quelconque activité en rapport avec des nanotechnologies. Ceci pour éviter d'effrayer les consommateurs qui gardent en tête les polémiques récentes qui ont entouré le cas des Organismes Génétiquement Modifiés (OGM) par exemple. En effet, ces nouvelles technologies doivent être minutieusement contrôlées et testées pendant plusieurs années avant de recevoir la certification adéquate et pouvoir ensuite être commercialisées.

En 2005, toujours selon la même enquête, les entreprises étaient principalement actives dans les domaines des nanomatériaux (43 %) et de la nanobiotechnologie (42 %). Suivent la nanomédecine, la nanophotonique et la nanoélectronique. Les petites entreprises représentaient 81 % de tous les répondants (72 petites entreprises), les entreprises de taille moyenne, 8 %, et celles de grande taille, 10 %. L'Ontario arrivait en tête en regroupant 30 entreprises (34 %), suivi

par le Québec qui en comptait 25 (28 %), la Colombie-Britannique, 19 (21 %) et l'Alberta, 12 (14 %).

Les activités publiques de recherche du Canada sont conduites autant au niveau provincial qu'au niveau fédéral. L'organisation principale de gestion au niveau fédéral est le *National Research Council* (NRC). De son côté, le *National Institute for NanoTechnology* (NINT) est le 19^{ème} institut fondé par le NRC en 2001 à Edmonton en Alberta. Le NINT est une initiative commune du gouvernement fédéral du Canada, du gouvernement provincial de l'Alberta, du NRC et de l'université d'Alberta. Le but premier du NINT est de fournir aux chercheurs de nanotechnologies du Canada une grande variété d'équipements de recherche. Le NINT est également un organisme clé qui étudie les aspects sociaux, légaux, éthique et de santé de la recherche et du développement des nanotechnologies au Canada.

Le Conseil national de Recherches du Canada (CNRC) est le principal organisme de recherche et de développement du gouvernement Canadien. Celui-ci offre aux entreprises la possibilité de se domicilier dans un de ses centres de recherche appelée « Installations de Partenariat Industriel » (IPI). Ces regroupements géographiques permettent aux entreprises d'avoir à disposition du matériel et du personnel scientifique de haut niveau pour aider les programmes de recherche et de développement industriels. Dans le domaine des nanotechnologies, c'est la grappe IPI d'Edmonton en Alberta qui est reconnue plus souvent sous le nom de « Institut National de Nanotechnologie » (INNT).

Les activités de recherche du Canada sont conduites à la fois au niveau fédéral ainsi qu'au niveau provincial. Au niveau fédéral, c'est le CNRC qui organise et coordonne les activités. De plus, l'INNT, crée en 2001 à Edmonton est une initiative collective entre le gouvernement du Canada, le gouvernement de la province d'Alberta et l'Université d'Alberta, permet de fournir une vaste gamme d'équipements et de matériel aux chercheurs en nanotechnologie du Canada. L'INNT est une organisation clé de la recherche sur les nanotechnologies au Canada car son domaine d'étude s'applique aussi bien à la santé, l'éthique, le social et le domaine légal. Il a pour objectif d'assurer que la recherche dans ce domaine ait un impact positif sur l'économie locale. Les clients intéressés peuvent accéder aux services de cet organisme par différents moyens : ils peuvent accéder aux équipements ou aux laboratoires, collaborer avec les chercheurs déjà présents ou encore louer des laboratoires ou des bureaux au sein de l'INNT.

1.2.2 Le réseau de collaborations

Schiffauerova et Beaudry (2009) ont cherché à mettre en lumière le fonctionnement du processus de recherche dans le domaine des nanotechnologies au Canada grâce aux bases de données concernant les dépôts de brevets disponibles sur *NanoBank*.

Dans un premier temps, il apparaît que la recherche en nanotechnologie au Canada ait pris son envol en 1987. Ayant connu un ralentissement au cours des années 1999-2000, le nombre de brevets déposés a été multiplié par 10 en 15 ans. Cependant, la production de brevets n'est pas répartie uniformément dans les provinces du Canada. La majorité des innovations sont concentrées dans un petit nombre de régions définies comme des clusters.

Dans cette publication, un cluster est défini comme une région géographique active du point de vue de l'innovation en matière de nanotechnologie. Les regroupements ont donc été réalisés en considérant les lieux de dépôt de brevets au Canada qui ont un lien avec les nanotechnologies. En partant de ces observations, il a été identifié 8 principaux clusters d'innovation en nanotechnologie au Canada : Toronto, Montréal, Ottawa, Vancouver, Edmonton, Québec, Kingston et Calgary. De plus, il apparaît que les clusters de Toronto et Montréal soient les plus actifs.

La recherche dans la base de données de *NanoBank* a montré que 48% des brevets déposés par un seul inventeur Canadien ou conjointement, sont assignés à des entités étrangères dont la plupart siègent aux États-Unis. Peu de brevets sont assignés à une association de plusieurs clusters Canadiens. Cela suggérerait qu'il y ait encore très peu de collaborations entre les différents clusters du Canada mais que les coopérations sont plus régulières avec les pays étrangers et surtout avec les États-Unis.

En se basant plus sur une observation des relations directement entretenues entre les inventeurs, on est plus à même d'apprécier les collaborations existantes dans le domaine de la recherche. Dans les réseaux de recherche canadiens sur les nanotechnologies, un chercheur possède en moyenne 4 collaborateurs avec toutefois une moyenne un peu plus élevée, pour le cluster de Toronto, avec 7 collaborateurs par chercheur. Certaines coopérations sont tellement fructueuses qu'elles peuvent être renouvelées jusqu'à 50 fois avec le même partenaire.

Le résultat de cette étude donne pour conclusion que l'éloignement géographique des partenaires joue un rôle important dans leur choix pour des projets de collaboration. Les observations suggèrent que les chercheurs Canadiens préfèrent établir des partenariats locaux, principalement dans leur propre cluster de recherche. Cependant si des collaborateurs ne peuvent être trouvés à courte distance, le critère géographique perd de son importance.

1.2.3 Politique de régulation

Chaque nanomatériau se démarque par sa structure à l'échelle moléculaire. En effet, deux structures peuvent être faites des mêmes composants mais leurs propriétés physiques et chimiques diffèrent à cause de leur agencement dans l'espace. C'est principalement cette propriété qui différencie un nanomatériau d'une autre molécule. De ce fait, un nanomatériau ne pourra être commercialisé que si les tests de certification sont satisfaisants sur la configuration spatiale d'usage de la molécule. Ceci multiplie de manière exponentielle le nombre de molécules à tester avant commercialisation.

1.2.3.1 Les lois et règlements Canadiens :

Les réglementations propres à chaque secteur industriel sont susceptibles d'encadrer les applications de la nanotechnologie.

Le Canada a développé une politique de régulation pour le moins particulière en ce sens qu'elle ne possède pas réellement de stratégie ni de vision globale sur la régulation des nanotechnologies. Aucune stratégie nationale n'a été encore mise en place dans le but de traiter les risques associés à la santé et l'environnement (EHS) ou encore les problèmes sociaux, légaux et éthiques relatifs aux nanotechnologies (ELSI). A ce titre, le gouvernement fédéral Canadien est en retard par rapport à certaines provinces – comme l'Alberta et le Québec – qui ont développées des stratégies concernant le développement des nanotechnologies.

En 2007, le gouvernement Canadien a mis en place le *Science & Technology (S&T) Strategy*, intitulé *Mobilizing Science & Technology to Canada's Advantage*. Cette stratégie S&T encourage: "An effective, forward-looking, and responsive regulatory environment that promotes

a competitive marketplace and protects the health and safety of Canadians and environment” (Gouvernement du Canada, 2007a).

En avril 2007, La Commission de l'éthique de la science et de la technologie au Québec a publié "*Ethics and Nanotechnology : A basis for action*". Dans cette délibération, la commission considère deux approches possibles pour la régulation des nanomatériaux : le principe de précaution ou une régulation, en adoptant une approche d'étude des cycles de vie. Finalement cette commission d'éthique recommande que le gouvernement du Québec, guidé par le principe de précaution et par le développement durable, se préoccupe de toute les phases du cycle de vie des produits reliées de près ou de loin à la nanotechnologie dans le but d'empêcher les impacts négatifs sur la santé et l'environnement.

Au niveau fédéral Canadien, les deux départements les plus actifs au niveau de la régulation des nanotechnologies sont *Santé Canada* et *Environnement Canada* qui agissent sous le *Canadian Environment Protection Act* de 1999 (CEPA) qui a pour objectif de protéger l'environnement et la santé des Canadiens. Ces deux agences font également partie d'un réseau interdépartemental en nanotechnologie fondé en 2003 auxquels prennent également part *Industrie Canada*, *The Canadian Standards Association* et le *National Research Council*. *Santé Canada* assume la responsabilité, mise en évidence par la *S&T Strategy*, de développer un plan pour assurer la régulation des nanotechnologies en coordonnant ses efforts avec d'autres entités fédérales telles que : *Environnement Canada*, la *Canadian food inspection Agency* et le *department of Fisheries and Oceans Canada*.

Le 10 Mars 2010, alors qu'il n'existe encore aucun texte précisant les responsabilités des acteurs du domaine des nanotechnologies, le CEPA a été mis à jour par le billet C-949 dans le but d'ajouter les nanotechnologies à son cadre de régulation. Les amendements établissent un rôle clair pour le gouvernement l'incitant à évaluer et gérer les activités liées aux nanotechnologies tout en soulignant un nouveau niveau de responsabilités aux industries devant désormais fournir les informations basiques de toxicité et d'utilisation des produits de nanotechnologie. Le billet C-494 apporte également le principe de précaution pour la gestion des produits issus du milieu des nanotechnologies.

Par ailleurs, *Santé Canada* a développé un système de nomenclature standardisée pour identifier les produits issus de la nanotechnologie déjà en vente ou en cours de mise sur le marché

afin d'en créer une base de données. Aussi, le CEPA oblige une classification des substances chimiques. Celles-ci sont soit catégorisées comme « nouvelles » ou comme « existantes ». En tant que « nouvelle » substance, celle-ci devra subir des tests pour identifier le niveau de risque potentiel relié à ses propriétés sous le *New Substance Notification Regulation* (NSNR). Ensuite les substances jugées « existantes » sont ajoutées à la liste des substances domestiques (DSL). De plus, depuis Juin 2007, Le *New Substance Division d'Environnement Canada* a rajouté une note spécifiant que toute forme nanométrique d'une substance déjà répertoriée dans la liste des Substances Domestiques sera classifiée comme « nouvelle » sous le NSNR si elle possède une structure ou un arrangement moléculaire unique (comme les nanotubes de carbone par exemple).

1.2.3.2 Normes et réglementation — Organismes¹

La liste qui suit est un regroupement des organismes agissants d'une manière ou d'une autre sur la régulation et la réglementation des produits en lien avec les nanotechnologies.

Organismes Canadiens :

- Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) (en anglais seulement)
- Association canadienne de normalisation (ACN)
- Conseil canadien des normes
- Conseil national de recherches Canada — Institut des étalons nationaux de mesure (IÉNM)
- Conseil national de recherches Canada — Institut d'innovation en piles à combustible (IIPC)
- Environnement Canada (EC)
- Santé Canada — Nanotechnologie (SC)
- Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT)

¹ Source: Industrie Canada: <http://www.ic.gc.ca>, Consulté le 11 Juillet 2011.

Organismes Internationaux :

- American National Standards Institute's Nanotechnology Standards Panel (ANSI-NSP) (en anglais seulement)
- Commission internationale électrotechnique (CIE) (en anglais seulement)
- International Council on Nanotechnology (ICON) (en anglais seulement)
- Institut des ingénieurs électriciens et électroniciens (IIÉE) (en anglais seulement)
- National Institute of Standards and Technology (NIST) (en anglais seulement)
- Organisation internationale de normalisation (OIN) (en anglais seulement)
- Projet Versailles sur les matériaux de pointe et la normalisation (PVMPN) (en anglais seulement)
- Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemical Substances (REACH) (en anglais seulement)
- U.S. Food and Drug Administration — Science and Research (FDA) (en Anglais seulement)
- U.S. Environmental Protection Agency — National Center For Environmental Research (EPA) (en anglais seulement)

Nous retiendrons principalement de cette partie que le processus de régulation des nanotechnologies au Canada comprend de nombreux intervenants ce qui ne facilite pas les démarches des entreprises lorsque l'objectif principal est d'innover rapidement.

1.3 Le contexte du développement des nanotechnologies au Québec

1.3.1 Historique du développement des nanotechnologies au Québec

Actuellement, la majeure partie de la recherche est effectuée dans les universités où les chercheurs ont plus facilement accès à des infrastructures de pointe. Assurer le transfert technologique de ces universités vers les entreprises est donc un défi important pour améliorer l'impact économique des nanotechnologies (NanoQuébec, 2010).

En 1999 est créé *Valorisation-Recherche Québec* (VRQ). Cet organisme a pour mission de renforcer la recherche universitaire et d'en améliorer les retombées économiques pour le Québec. Avec un budget de 220 millions de dollars entre 1999 et 2006, VRQ favorise la concertation interdisciplinaire, le soutien aux projets structurants, l'aide au démarrage d'infrastructures et la commercialisation des résultats de recherche.

Au début des années 2000, plusieurs intervenants se sont intéressés au potentiel économique que représentent les nanotechnologies et surtout aux éventuelles retombées dont pourrait bénéficier le Québec. C'est au même moment que de nombreux pays partout dans le monde se sont intéressés au développement de ces nouvelles technologies. Dans ce contexte très compétitif, le Québec a investi massivement dans la recherche et le développement. C'est dans cette perspective que NanoQuébec est né, avec pour objectif d'appuyer et de guider le développement des nanotechnologies au sein du Québec.

1.3.2 Les intervenants majeurs au Québec

1.3.2.1 NanoQuébec

NanoQuébec est un organisme financé par le MDEIE dont l'objectif est d'améliorer le développement économique du Québec en renforçant l'innovation en nanotechnologie. Il a été créé en novembre 2001 grâce à l'initiative de l'Université de Montréal, l'Université de Sherbrooke, l'École Polytechnique de Montréal, l'INRS-Énergie et matériaux, l'Université Laval et l'Université McGill.

NanoQuébec doit permettre d'organiser, structurer et développer les nanotechnologies au Québec. Aujourd'hui cet organisme a contribué à la mise en place d'une infrastructure de recherche composée de 400M\$ d'équipements répartis dans toute la province. De plus, le Québec a recruté en 10 ans du personnel de recherche qualifié. En effet, le nombre de professeurs oeuvrant en nanotechnologie est passé de 64 à 265, 142 techniciens qualifiés opèrent quotidiennement des équipements de recherche en nanotechnologie et sur les 3 dernières années, 1000 étudiants ont été formés en cycle supérieur : 185 en maîtrise et 120 en formation doctorale. 161 d'entre eux travaillent désormais en entreprise. Par ailleurs, NanoQuébec a encouragé les collaborations entre les entreprises et les infrastructures mises en place au Québec pour des projets collectifs et de services de l'ordre de 43M\$ pour ces 3 dernières années.

Les trois principales missions que s'est donnée NanoQuébec sont : structurer, financer et mobiliser dans les 4 secteurs considérés comme prioritaires au Québec : Microsystèmes, Matériaux industriels, Foresterie et Santé.

NanoQuébec s'est donné comme mandat d'améliorer la diffusion des nanotechnologies dans l'industrie en essayant de promouvoir ces technologies comme solutions aux problèmes industriels actuels. Non seulement NanoQuébec propose de nombreux financements pour les projets de partenariats en nanotechnologies mais l'organisme est aussi le créateur de l'*Infrastructure Québécoise en Nanotechnologie* (IQN) qui est un regroupement virtuel d'interfaçage entre les acteurs du milieu des nanotechnologies. Cette infrastructure regroupe principalement les 11 Installations Majeures Centrales (IMC), toutes rattachées à des Universités Québécoises et regroupe plus de 300M\$ d'équipements et 300 personnes qualifiées. L'objectif de cette infrastructure est de devenir l'interface de référence au Québec pour favoriser les échanges entre les divers acteurs et les diverses compétences québécoises en nanotechnologie afin d'optimiser l'utilisation des ressources et des compétences disponibles.

NanoQuébec a ainsi permit l'établissement d'une masse critique de chercheurs et de développer une infrastructure d'envergure grâce auxquelles le Québec a réussi à se positionner comme leader Canadien et intervenant reconnu internationalement sur le plan scientifique.

Depuis 2001, parmi les 400M\$ investis en équipements pour les nanotechnologies au Québec, 250M\$ (soit 63%) sont gérés au sein des IMC. En 2008-2009, plus de 1500 personnes ont utilisé les IMC dont 250 usagers provenant de l'industrie. NanoQuébec joue un rôle

important en finançant l'opération des IMC et en assurant la coordination des efforts à l'échelle du Québec.

Le tableau suivant issu du rapport annuel de NanoQuébec de 2011 montre la répartition des secteurs industriels des différents clients des IMC au Québec :

Tableau 1-1: Répartition sectorielle des utilisateurs d'IMC au Québec

Répartition par secteurs d'activités des entreprises utilisatrices d'IMC	
Transformation des matériaux	26 %
Microélectronique / photonique	22 %
Énergie et technologies vertes	15%
Santé	13 %
Transport	10 %
Équipements industriels	6 %
Autres	6 %
Bois	2 %

Ce tableau donne également une bonne représentation de l'implication de ces différents secteurs dans le domaine des nanotechnologies au Québec.

Plus récemment, depuis mars 2012, NanoQuébec a mis en place une plate-forme virtuelle d'innovation ouverte : *iNano*. Le but de cette dernière est de regrouper les défis technologiques auxquels les entreprises font face et de les soumettre aux universités pour favoriser l'interconnectivité entre les différents secteurs industriels n'étant pas toujours au courant des avancées technologiques disponibles en dehors de leurs réseaux. Cette plate-forme permettra de favoriser la création de partenariats entre les universités et l'industrie pour permettre d'accélérer le développement de technologies commercialisables. NanoQuébec propose également des financements pour ces partenariats créés dans un mode qualifié "d'innovation ouverte".

1.3.2.2 Le réseau NE3LS

Le réseau NE3LS a été créé par l'initiative du gouvernement du Québec. Il est soutenu financièrement par des fonds de recherche québécois comme le FQRNT, le FQRSC et le FRSQ. Il bénéficie également de l'appui financier du *Ministère du développement économique de l'innovation et de l'exportation* (MDEIE), de NanoQuébec, et de l'IRSST.

Les acteurs du milieu de la recherche et en particulier des sciences humaines et sociales ont contribué à sa mise en place pour que le réseau devienne une plate-forme d'échange en nanotechnologie axée sur les sciences fondamentales et humaines entre tous les intervenants du milieu : le gouvernement, les universités, l'industrie et le public.

Le NE3LS vise à partager les connaissances liées aux aspects environnementaux, éthiques, sociaux et économique du développement des nanotechnologies. Le réseau propose également des financements de projets de recherche en partenariat avec l'IRSST pour améliorer la compréhension générale des intervenants sur les impacts des nanotechnologies.

1.3.2.3 L'Institut de Recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail

L'*Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail* (IRSST) est un organisme de recherche scientifique québécois privé dont le but est de contribuer par la recherche à la prévention des accidents du travail et donc à la sécurité. Depuis ces dernières années, l'IRSST a développé une expertise concernant les nanotechnologies et s'intéresse de près à la recherche dans ce domaine pour s'assurer de l'utilisation des bonnes pratiques en ce qui concerne la manipulation des nanoparticules de synthèse dans les laboratoires ou dans les entreprises.

1.3.2.4 Le C2MI de Bromont : un exemple de centre d'innovation dans le secteur de la micro-électronique

Le C2MI de Bromont est une plate-forme d'innovation orientée vers le développement des applications liées à la micro-électronique. Il a été développé pour permettre aux industriels et aux chercheurs universitaires de se rencontrer et de réaliser des projets de recherche conjoints

dans un laboratoire de dernière génération. Il permet principalement à ses membres d'accélérer la commercialisation de prototypes pour répondre aux besoins du marché.

Comme on peut le voir sur le schéma suivant, le C2MI englobe les étapes de recherche appliquée, de développement expérimental et accompagne la commercialisation des prototypes :

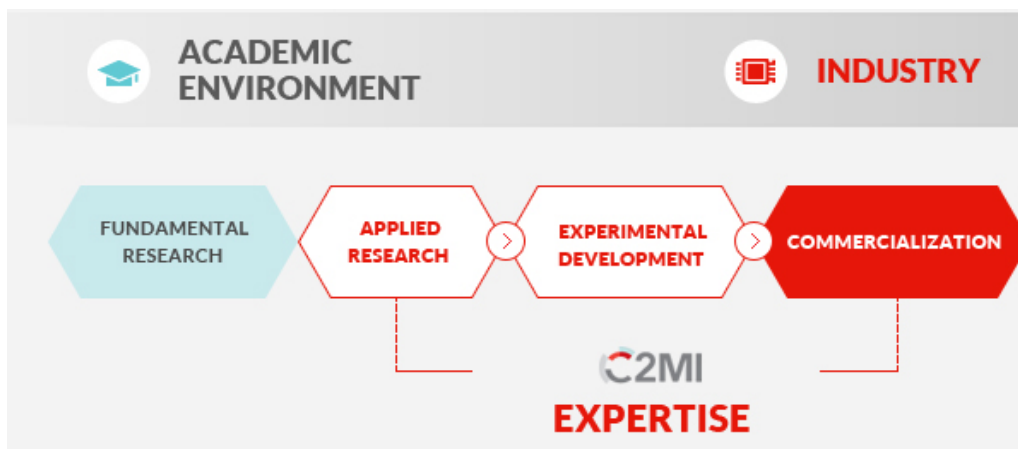


Figure 1-2: Positionnement du C2MI

Source : www.c2mi.ca/en

Le C2MI doit pouvoir apporter une solution moins coûteuse pour le prototypage aux start-up ou aux nouvelles entreprises qui n'ont pas les moyens d'investir des montants importants sur des périodes de 3 à 4 ans. De plus le C2MI ne prend aucun droit de propriété intellectuelle sur les projets réalisés en son sein, ce qui rend le recours à ses services beaucoup plus intéressant pour les entreprises.

Le C2MI est maintenant reconnu comme un centre d'excellence pour la commercialisation et la recherche (Titre de "*Center of Excellence for commercialization and research*" obtenu en décembre 2010) par le *Networks of Centers of Excellence of Canada* (RSE). Ce titre lui a permis d'obtenir des moyens de financement supplémentaires à hauteur de 14,1M\$ pour une période de 5 ans.

Le C2MI est un cas exemplaire de plate-forme technologique impliquée dans un secteur industriel donné pour permettre l'accélération des capacités d'innovation des entreprises et donc du secteur tout entier.

1.3.2.5 Financements

Le Canada offre une infrastructure de recherche et développement d'envergure mondiale. Il possède un grand nombre de programmes gouvernementaux et de financements pour appuyer le développement des nanotechnologies. La liste des programmes et des financements accessibles aux entreprises ayant une activité dans le secteur des nanotechnologies est très longue. L'annexe 1 donne une liste non exhaustive de ces financements issue d'*Industrie Canada*.

Par ailleurs les organismes que nous venons de décrire proposent aussi de nombreux financements de recherche pour aider au développement des nanotechnologies. Le Québec est plutôt actif pour encourager les projets de recherche par le biais de subventions, financements, crédits d'impôts, etc.

1.4 Les nanotechnologies et le risque “perçu”

Un même risque peut être perçu différemment par plusieurs individus (Meur-Férec, 2006). De nombreux facteurs peuvent influencer sur la perception d'un risque. Selon Kouabenan et al. (2006), cette perception peut varier en fonction du risque lui-même, des caractéristiques de la personne et de son histoire personnelle, ou de la culture du milieu social ou organisationnel.

De nombreuses études se sont intéressées à la perception du risque lié au développement des nanotechnologies. La plupart de ces études montrent que malgré le manque de connaissances du public sur les nanotechnologies et leurs applications, les gens les perçoivent comme prometteuses et imaginent que les bénéfices excéderont plus facilement les risques potentiels (Zimmer et al., 2008, p67). Cependant, le secteur agroalimentaire reste un point sensible. En effet, ces études montrent que le public est plus réticent et suspicieux pour les choses qui touchent directement l'alimentation et tout ce qui peut être ingéré. (Grobe, Renn et Jaeger, 2008, p. 15-16 ; CNAM, 2009, p.37 ; Zimmer et al., 2008, p67). Ainsi le public tendra à accepter plus facilement les produits touchant les emballages alimentaires plutôt que les applications où des nanoproduits sont directement ajoutés à la nourriture (Grobe, Renn et Jaeger, 2008, p. 19). De plus, il semblerait que la méfiance du public soit plutôt attribuée au manque de confiance envers l'industrie et le gouvernement. Surtout lorsqu'il est question de l'intérêt du public ou de la

gestion du risque. (Grobe, Renn et Jaeger, 2008, p. 19). Dans une récente enquête, Marcellis Warin et Peignier (2012) ont montrés que seuls 2% des québécois possèdent une opinion complètement opposée au développement des nanotechnologies et 13% sont préoccupés par les risques qu'elles amènent. Mais une majorité de 32,6% sont sans avis sur le sujet. Les nanotechnologies ne font alors pas parties des sujets préoccupants de la population québécoise. Cependant, les moyens de communication choisis pour partager l'information relative à ces technologies émergentes influent sur le jugement et l'opinion établit par les québécois.

Ainsi ces études nous montrent que le public s'attend à être consulté quant au développement de ces technologies, à être informé sur le risque auquel il est exposé et à participer d'une manière ou d'une autre, à la gestion de ce risque. L'aspect communication est donc un outil important et doit être utilisé souvent pour améliorer l'acceptation sociale liée aux nanotechnologies.

1.5 Enjeux de la recherche

Comme nous venons de le voir, les nanotechnologies forment un vaste domaine, difficile à définir et qui touche de nombreux secteurs industriels. Néanmoins c'est aussi un domaine particulièrement intéressant lorsqu'il s'agit d'étudier les processus d'innovation et de collaboration mis en œuvre. En effet, nous avons vu que de nombreux organismes, autant au niveau du Canada qu'au niveau du Québec, fournissent beaucoup d'efforts pour favoriser le développement des nanotechnologies et pour encourager la mise en place de partenariats de recherche. C'est sans aucun doute le point clé de leurs développements dans cet environnement multisectoriel où l'on parle également d'innovation ouverte.

Par ailleurs, la multidisciplinarité est source de complications lorsqu'il est question de transfert technologique vers l'industrie. Ainsi la chaîne de valeur d'un produit incluant des nanotechnologies sera sans aucun doute plus complexe que les chaînes de valeur que l'on peut observer dans d'autres secteurs industriels "classiques".

Les possibilités d'innovation qu'offrent les nanotechnologies sont immenses et leur transfert vers le secteur privé est un défi que le Québec doit relever pour garantir des retombées économiques dans son industrie. Dans ce contexte, nous comprenons que les partenariats jouent

un rôle majeur dans le transfert des connaissances et le processus d'innovation. Le but de ce mémoire est donc de comprendre comment il est possible de favoriser et d'aider les coopérations, notamment entre les universités et les entreprises, dans le but d'encourager le transfert des connaissances vers le secteur privé.

CHAPITRE 2 REVUE DE LITTÉRATURE

Ce chapitre va permettre de faire un état des lieux des travaux abordant les différents aspects du processus d'innovation des entreprises en mettant l'emphasis sur les stratégies de partenariats qui peuvent en découler. Dans un premier temps nous essaierons de comprendre les principales raisons qui poussent les entreprises à collaborer et quelles sont les théories qui justifient qu'elles doivent coopérer avec d'autres organismes. Puis nous identifierons les risques liés à ces partenariats tout en restant dans un contexte de forte innovation technologique comme les nanotechnologies le supposent. Ces éléments nous donneront un point de départ pour préciser la problématique de cette recherche et appréhender les obstacles auxquels les entreprises de nanotechnologie font face lorsqu'il s'agit d'innover et de coopérer avec d'autres organismes.

2.1 Formes de gouvernance des entreprises

Pour comprendre quelle forme de gouvernance les entreprises choisissent, nous devons nous intéresser à la théorie des coûts de transaction (Coase, 1937 ; Williamson, 1975). Cette théorie propose une analyse de la forme de gouvernance à privilégier, à savoir si l'entreprise doit utiliser le marché, utiliser sa propre organisation ou bien développer une forme mixte notamment à l'aide d'alliances et de partenariats. Ces trois formes de gouvernance correspondent au « marché », à la « hiérarchie » ou à la « forme hybride » (Williamson, 1981). La théorie des coûts de transaction indique que la forme organisationnelle, qui minimisera la somme de ces coûts tout en conservant une logique d'efficacité, sera préférée.

Toujours selon le même auteur, ce choix de forme de gouvernance sera effectué autour de trois critères relatifs à la nature des transactions : la spécificité des actifs, l'incertitude sur l'environnement et la fréquence des transactions. La théorie des coûts induit également l'hypothèse que les gestionnaires poursuivent un but d'efficience et que ceux-ci sont motivés par la réduction maximale des coûts : aussi bien les coûts de transactions que les coûts de productions (Williamson, 1985). Par ailleurs, elle suppose aussi que les acteurs économiques sont coordonnés entre eux et participent à des accords bilatéraux (Brousseau, 1998).

Dans le cas du secteur des nanotechnologies, les organisations qui développent une technologie de manière commune auront tendance à se consulter assez souvent pour rendre compte de l'avancement de leurs projets et de leurs résultats respectifs. Or plus la fréquence des interactions est importante et plus les coûts de négociation le seront également (Coase, 1937).

De plus, la recherche en nanotechnologie nécessite un investissement conséquent pour le matériel et pour le recrutement d'employés qualifiés. Tout ceci sans compter sur les retards potentiels liés aux incertitudes de la recherche. Par ailleurs, les organismes qui réalisent des transactions régulières acquièrent de l'expérience vis-à-vis de ces échanges et tendent à les rendre plus efficaces (Brousseau, 1998). Dans le cas des organismes guidés par les innovations, la fréquence des transactions va de paire avec une forte incertitude car les changements technologiques peuvent survenir à tout moment. Ces critères nous laissent donc penser que selon la théorie des coûts de transactions (Coase, 1937 ; Williamson 1975, 1985), les formes organisationnelles qui seront privilégiées dans le secteur des nanotechnologies seront les formes hybride et hiérarchique. Ces deux formes justifient donc la présence de nombreux partenariats dans ce secteur ainsi que le risque de rachat par des entreprises multinationales désireuses de concentrer au maximum leurs activités à l'interne.

Par ailleurs, la vision de la théorie des coûts de Williamson (1992) appliquée aux partenariats de recherche met en lumière les particularités de ces échanges qui peuvent donner lieu à des comportements opportunistes ou à des augmentations des coûts de coordination entre les partenaires (Oxley, 1997; Veugelers, 1998). Nombre de ces problèmes pourraient être résolus en rédigeant des contrats qui spécifient précisément les intrants et extrants d'une relation de coopération. Cependant les projets de recherche et développement mettent bien souvent en jeu des actifs intangibles, comme peuvent l'être les connaissances techniques d'une entreprise, causant la rédaction de contrats non complets.

2.2 Stratégies et organisation de la recherche et du développement

2.2.1 Concept d'innovation

L'innovation peut être définie comme la création de procédés, produits, processus ou de services qui sont perçus comme nouveaux par les parties prenantes qui l'adoptent (Garcia et Calantone, 2002). Elle peut être nouvelle pour l'entreprise elle-même ou seulement pour ses clients. Dépendant de l'importance du changement qu'elle implique, une innovation pourra être de deux types : radicale (discontinue) ou incrémentale (continue).

L'innovation incrémentale réfère à des changements mineurs et successifs dans une technologie déjà existante alors que l'innovation de rupture propose une technologie nouvelle, sans précédents et unique dans une catégorie de produits existants qui altère le schéma de consommation du marché (Wind et Mahajan, 1997).

Les innovations radicales changent fondamentalement la trajectoire technologique en place pour en améliorer les bénéfices des consommateurs. C'est le cas par exemple du passage de la télévision noir et blanc à la télévision en couleur ou encore de l'arrivée des moteurs électriques pour les locomotives à vapeur (Benner et tushman, 2003; Chandy et Tellis, 1998). Ce type d'innovation est généralement très risquée à développer. En effet, la technologie recherchée peut être très difficile à mettre en place et demander des investissements très importants (Mahajan, 1997). L'innovation de rupture est, quand à elle, une innovation qui va bouleverser les préférences établies par les consommateurs en introduisant une nouvelle dimension à leurs besoins (Christensen, 1997). Sa future mise sur le marché représente également un risque dans la mesure où le marché qu'elle cible n'existe pas encore (Christensen et Bower, 1996).

Dans le cas des nanotechnologies, l'innovation sera de type incrémentale ou radicale en ce sens qu'elles permettent aux entreprises d'améliorer les produits qu'elles proposent déjà pour leur accorder un avantage compétitif sur le marché.

Comme nous venons de le voir, l'innovation est un processus risqué. Ceci est d'autant plus vrai que les nanotechnologies nécessitent de lourds investissements et de longs délais avant la commercialisation d'un produit qui bénéficierait de leurs avantages. Par ailleurs, les problématiques de santé liées aux nouvelles nanoparticules ne font qu'augmenter le risque d'abandon d'une potentielle innovation technologique.

2.2.2 L'innovation ouverte

L'innovation ouverte permet aux entreprises de commercialiser leurs idées à travers des chaînes de diffusion extérieure afin de créer de la valeur pour l'organisation elle-même. Parmi les moyens disponibles pour réaliser cette diffusion on compte principalement les start-ups (qui sont financé par la compagnie mère) et les droits de licences. Par ailleurs, les idées peuvent également venir de l'extérieur pour ensuite être intégrées au sein de l'entreprise en vue de leur future commercialisation. On peut considérer que les barrières qui séparent l'entreprise de son environnement sont plus "poreuses" dans le cas de l'innovation ouverte pour permettre aux idées d'aller vers l'extérieur ou de venir à l'intérieur même de l'entreprise. (Chesbrought, 2006).

Du point de vue contraire, une firme qui est beaucoup trop concentrée sur ses activités internes pourrait être associé à de « l'innovation fermée » (Chesbrought, 2006). Dans ce cas, l'entreprise va potentiellement manquer certaines opportunités d'affaires car elles tombent en dehors de ses propres frontières ou que l'opportunité devrait être combinée avec une autre technologie pour pouvoir se matérialiser. Cela peut-être particulièrement frustrant dans le cas de compagnies ayant investi dans la recherche à long-terme lorsqu'elle découvre plus tard qu'un projet qu'elles avaient abandonnés quelques années plus tôt avait en fait un potentiel commercial très prometteur.

L'exemple le plus classique pour illustrer ce fait serait celui de Xerox. Les chercheurs de cette entreprise avaient développé de nombreuses technologies informatiques telles que l'Ethernet ou encore des interfaces graphiques pour les utilisateurs. Cependant Xerox a jugé que ces technologies n'étaient pas assez prometteuses pour le développement de l'entreprise et elle s'est concentrée sur le développement d'imprimantes et de photocopieurs très rapides. Malheureusement c'est Apple puis Microsoft qui se sont approprié les avantages des technologies développées puis abandonnées par Xerox leur permettant de créer les systèmes d'exploitation qui ont fait leur succès.

L'innovation ouverte cherche donc à encourager les entreprises à créer un modèle d'affaire robuste plutôt que de vouloir être le premier à atteindre un marché spécifique en essayant de profiter des connaissances qui transitent également en dehors des frontières de l'entreprise.

Il faut garder à l'esprit que l'innovation ouverte a des limites. En effet, Laursen et Salter (2006) montrent que le niveau d'innovation ouverte et la performance d'une entreprise sont en relation curviligne. Cela signifie que pour améliorer sa performance, l'entreprise doit ouvrir légèrement ses frontières pour pratiquer l'innovation ouverte. Mais il arrive un moment où trop d'innovation ouverte portera atteinte à la performance de la firme.

Arrivée à un certain point dans la recherche, une entreprise doit être capable de comprendre la valeur de l'innovation qu'elle est en train de développer afin de refermer son innovation et de protéger sa technologie avec les outils de propriété intellectuelle. (Chesbrough et Appleyard, 2007).

2.2.3 Approche par la base de connaissance

Nous appellerons "base de connaissances" d'une firme, l'ensemble des connaissances et des techniques détenues par celle-ci généralement sous forme de brevets et de publications scientifiques. Cette base de connaissances est cruciale pour le développement de futures technologies et sera également à l'origine de différentes stratégies de recherche déterminante à moyen ou à long terme du fait de leurs impacts sur la taille de la base de connaissance elle-même (Nesta et Saviotti, 2005).

La spécialisation de la base de connaissance d'une firme dépend à la fois de la taille de la base technologique préexistante et des stratégies de recherche et développement déployées par les firmes. Or plus la base de connaissances existante est importante et plus les firmes paraîtront moins spécialisées par un effet de dilution. Il en résulte que les caractéristiques de la base de connaissance sont des éléments déterminant dans le choix de stratégies de R&D en nanotechnologie et sur le degré de spécialisation qui en résulte. Toutefois, une entreprise n'est pas une collection d'activités sans aucune cohérence. Elle cherchera à privilégier certains domaines d'activités qui restent assez liées aux siens (Morel et al. , 1999, Ramanujam et al. , 1989).

Les nanotechnologies ont, tout comme les biotechnologies, la particularité de détruire et de réduire la cohérence de la base de connaissance préexistante des firmes du fait du remplacement de celle-ci par des compétences nouvellement acquises. Selon Hill et Rothaermel

(2003) la réduction de la cohérence d'une base de données peut conduire à la baisse de la capacité innovatrice des firmes. On peut supposer que le degré de spécialisation des nouvelles entreprises, créées dans le but d'exploiter les nouvelles possibilités qu'offrent les nanotechnologies, sera plus important que celui des firmes déjà existantes dont la base de donnée était déjà constituée avant l'ajout d'éléments de la recherche sur les nanotechnologies. Par ailleurs, ces grandes firmes ont la possibilité de diversifier plus facilement leurs activités dans d'autres secteurs où les nanotechnologies ont un impact réduit. Ceci laisse donc à penser que le degré de spécialisation d'une firme dans les nanotechnologies décroît avec la taille de la base de connaissances des firmes. C'est pourquoi une start-up sera plus à même de se spécialiser dans son domaine d'activité alors qu'une grande firme aura plutôt tendance à vouloir étendre sa base de connaissance et se diversifier (Avenel et al., 2007).

Toujours selon les mêmes auteurs, on peut classer les stratégies de recherche des firmes en deux groupes : Les stratégies d'hybridation, dont le but est sensiblement d'augmenter la taille de la base de connaissances en gardant la diversité de celle-ci à peu près stable. Et les stratégies de juxtaposition qui permettent une augmentation liée de la taille et de la diversité de la base de connaissance des firmes. En réalité, on n'observe pas uniquement l'une ou l'autre de ces deux stratégies mais plutôt une cohérence des deux, bien souvent en relation directe avec le type d'entreprise étudiée. En effet, les grandes entreprises pratiquent peu la stratégie d'hybridation car elles préfèrent trouver dans les nanotechnologies, les moyens de poursuivre leurs objectifs déjà établis. D'un autre côté, les plus petites entreprises tentent de passer les frontières traditionnelles établies entre champs technologiques dans le but d'exploiter au maximum les opportunités offertes par les nanotechnologies.

En matière de nanotechnologies, les avancées reposent essentiellement sur des bases de connaissances préalables détenues en grande majorité par les grandes firmes déjà en place. Dans ce sens, les grandes firmes sont les mieux placées pour réaliser l'exploitation commerciale des nanotechnologies. A contrario, comme le suggèrent Avenel et al. (2007) il revient aux plus petites entreprises le rôle de développer de nouveaux procédés ou matériaux pour proposer des produits ou des services aux grands groupes déjà implantés. Le partage de tâches est donc différent et il est aux grandes firmes le rôle d'ajouter les innovations à leurs produits plutôt sous forme cumulative afin d'en améliorer certains aspects spécifiques (pouvant être des améliorations du produit même ou de la manière dont il est fabriqué). Ceci renforce l'importance des

investissements effectués par ces grandes firmes dans leurs marchés respectifs. Alors que le rôle des plus petites entreprises est d'explorer de nouveaux marchés à destination de clients industriels ou de l'utilisateur final. De plus, Magematin et al. (2011) définissent une notion de "Nano-intensité" qui correspond à l'implication d'une entreprise ou de ces filiales dans les nanotechnologies. Cette nano-intensité est assimilée au pourcentage de brevets, spécifiques aux nanotechnologies, soumis par rapport au nombre total de soumissions. Ces auteurs montrent alors cette implication est plus forte lorsque l'entreprise est de taille moyenne (Ce qui correspond ici à une structure possédant plus de 15 employés et ayant des revenus d'exploitation supérieurs à 1,4 millions de dollars). Par ailleurs cette implication en nanotechnologie diminue avec la taille de la base de connaissance de l'organisation.

2.3 Partenariats

2.3.1 Définition

Pour développer des nanotechnologies, les différents acteurs du milieu sont confrontés à des problématiques de coopération pour leur permettre d'atteindre leurs objectifs respectifs. Le domaine des nanotechnologies repose donc sur le transfert et la commercialisation de la connaissance entre les Universités, les entreprises et les centres de recherche. Ces liens sont nombreux et sont à l'origine de nombreuses relations entre les organisations.

Les termes de partenariat, coopération, collaboration ou alliance stratégique sont employés très souvent pour définir des activités qui impliquent des relations entre deux acteurs. Dans cette étude, tous ces termes seront supposés équivalents pour ne pas semer la confusion. Nous sommes intéressés par tous les types de relations qu'un industriel peut entretenir avec d'autres organismes pour atteindre ses objectifs. En ce sens, l'utilisation du terme "collaboration" pour définir une entente entre deux organismes (aussi bien des entreprises, des universités ou des centres de recherche) se rapproche de l'utilisation que nous en ferons tout au long de cette étude.

Pour la suite, nous admettons qu'un partenariat est un accord entre plusieurs organisations (privées ou publiques) qui ont convenu de travailler en coopération pour la poursuite d'objectifs communs. Ces accords impliquent des investissements conjoints de

ressources et un partage des risques et des avantages communs de la part des différents partenaires. Cette définition est adaptée de celle donnée par *Statistique Canada* dans l'enquête sur l'innovation de 2003. Elle englobe la majorité des types de partenariats que l'on peut trouver dans la littérature. (James, 1985; Ring et Van de Ven, 1992; Mohr et Spekman, 1994; Yoshino et Rangan, 1995; Das et Teng, 2000).

2.3.2 Types de partenariats

Das et Teng (2001) proposent une classification des partenariats en quatre catégories : Les partenariats unilatéraux fondés sur des contrats, les partenariats bilatéraux fondés sur des contrats, les partenariats participatifs mineurs (*Minor equity alliances*) et les entreprises communes (*joint ventures*). Les partenariats de types unilatéraux sont principalement basés sur le transfert de ressources et de connaissances de manière unilatérale. On y retrouve principalement les contrats de R&D. Les Partenariats bilatéraux sont des partenariats participatifs qui impliquent la co-crédation de ressources et le partage d'actifs. Selon le but recherché et les objectifs d'une entreprise, celle-ci s'orientera vers des types de partenariats différents. Pour les partenariats liés à la R&D et à l'accès à des connaissances ou des compétences, les entreprises privilégieront des partenariats avec les universités ou les organismes de recherche (Bercovitz et Feldman, 2007).

Nous définirons ces partenariats de recherche comme des relations de coopération basées sur l'innovation qui implique des efforts significatifs pour la poursuite d'objectifs de recherche et de développement. Cette définition est inspirée de celle utilisée par le *Council of Competitiveness* (1996, p3). Les partenariats de recherche peuvent être formels ou informels. Il y a très peu de théories relatives aux partenariats de types informels ce qui rend leur étude plus difficile. Cependant, Link et Bauer (1989) ont déterminés qu'au sein d'un échantillon d'entreprises manufacturières aux États-Unis, environ 90% des partenariats de recherche étaient de nature informelle. Pour ce qui est des partenariats de recherche de type formel, nous distinguerons deux catégories : les *joint-ventures* basées sur la recherche et le développement ainsi que les arrangements contractuels.

Koza et Lewin (2000) proposent également une classification des partenariats stratégiques des entreprises en 3 grandes catégories dépendant des objectifs poursuivis par les acteurs. Il y a tout d'abord les "alliances d'apprentissage" pour lesquelles les entreprises partagent une envie commune d'explorer, sans objectif d'exploitation explicitement déterminé. Le but principal de ces partenariats est d'augmenter les connaissances respectives de chacun des partenaires (Balakrishnan et Koza, 1993). Ces partenariats de recherche sont considérés comme étant des mécanismes qui permettent le transfert de certains types de connaissances et qui facilitent le processus d'apprentissage d'une entreprise (Teec, 1986; Hagedoorn, 1995). Ce type de collaboration tend à réduire les asymétries entre les acteurs pour pouvoir engendrer la création de nouvelles connaissances communes.

Viennent ensuite les "alliances commerciales" où les compagnies ont cette fois des intentions très prononcées pour l'exploitation. Ces partenariats visent généralement à établir de nouvelles positions géographiques ou à pénétrer dans un secteur de marché particulier. Enfin la forme "d'alliance hybride" est une combinaison des deux précédentes pour les entreprises désireuses d'acquérir de nouvelles connaissances tout en créant conjointement une nouvelle valeur (Koza et Lewin, 2000). La figure ci-dessous répartit ces différents types de partenariats en fonction des intentions d'exploration ou d'exploitation des parties prenantes.

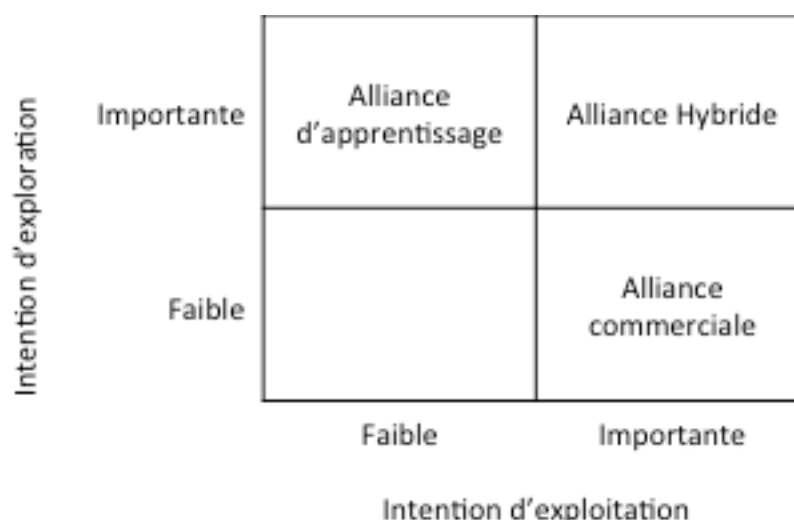


Figure 2-1: Trois types d'alliances stratégiques²

Cette typologie des partenariats est particulièrement intéressante pour le cas des nanotechnologies où on peut séparer les entreprises en deux catégories : celles qui sont proches de la recherche fondamentale pour pouvoir développer de nouvelles particules et celles qui vont utiliser ces nanoproducts en vue de leur commercialisation dans d'autres produits. En ce sens, les compagnies qui concentrent leurs efforts pour le développement de nanoproducts auront plutôt tendance à réaliser des partenariats de recherche ou "d'apprentissage" alors que les autres s'orienteront plutôt vers des stratégies de vente et d'amélioration de leur avantage compétitif en privilégiant les alliances "commerciales".

2.4 Regroupements géographiques et clusters

C'est A. Marshall (1870), qui donna le premier les bases théoriques des clusters qu'il définit comme un ensemble d'entreprises spécialisées (c'est-à-dire qui échappent à l'effet de la concurrence de prix du fait de la différenciation respective de leurs produits) dont les interactions

² Tirée de European Management Journal Vol. 18, No. 2, pp. 146–151, 2000

ont pour objectif de produire un bien en bénéficiant de rendements croissants externes à l'entreprise, accessibles à tout acteur situé à proximité.

Il se produit de nombreuses ruptures scientifiques au sein des différents champs de recherche mais on observe encore très peu de convergence entre ces différents champs. La croissance technologique actuelle renvoie, selon Schummer (2004), à des développements parallèles permis par la mise en commun des nouveaux moyens de recherche souvent très abondants dans les clusters.

Les échanges d'informations au sein de ces différents regroupements géographiques sont des stimulateurs de la production de connaissances des entreprises (Maillat et alii, 1994). La proximité géographique des acteurs innovants a été relativisée (Boshma, 2005; Rallet, Torre, 2006) en prenant en compte le fait qu'il n'est pas forcément nécessaire d'être localisé dans le même espace géographique pour innover ensemble mais que les coordinations entre les acteurs de l'innovation sont décisives au delà des contraintes spatiales. "La proximité organisée n'est plus seulement d'essence géographique mais relationnelle et concerne la capacité qu'offre une organisation de faire interagir ses membres." (Rallet et Torre, 2006). Cependant la proximité facilite le processus d'apprentissage d'une organisation vis-à-vis d'une autre. Les universités et les centres de recherche ont également un impact non négligeable sur la dynamique d'innovation des regroupements.

Mowery and Ziedonis (2001) ont montré que le marché de transfert des universités vers les firmes, se réalise presque exclusivement par l'intermédiaire des brevets et des licences. Par ailleurs, ces entreprises sont en grande majorité situées autour des universités pour profiter de la participation active de la communauté scientifique à l'origine de l'innovation.

Il est également beaucoup plus facile et moins coûteux d'effectuer des recherches proches des universités et des laboratoires préexistants plutôt que de déplacer des chercheurs dans des entreprises déjà implantées ailleurs.

Laredo et al. (2009) ont mis en évidence l'existence de clusters de nanotechnologie en observant la provenance de la production de brevets et d'articles scientifiques liés aux nanotechnologies. Ils y remarquent que les productions scientifiques sont regroupées dans environ 200 "nano-districts", ce qui représente les trois quarts des adresses de publication ainsi que plus de 80% des publications. Le Canada posséderait ainsi 5 clusters comptant les villes de

Vancouver, Edmonton, Toronto, Ottawa et Montréal. Cette forte concentration a également été mise en évidence pour la seule observation des États-Unis par Shapira et al. (2008) pour la seule observation des États-Unis. Ce sont par ailleurs des districts déjà formés lors de vagues technologiques précédentes (la microélectronique par exemple) qui semblent jouer un rôle d'« ancre » dans l'engagement de ces districts envers les nanotechnologies (Agrawal, Cockburn, 2003).

Nelson (1993) explique que les raisons qui poussent les entreprises à se regrouper dans les mêmes secteurs géographiques sont la proximité avec l'expertise de recherche, le support financier et la facilité d'obtenir de l'information.

Toujours d'après l'étude de Laredo et al. (2009) Environ 60% des adresses de publications sont limités à un seul cluster. Ce qui signifie que plus de 40% des ces publications correspondent à des collaborations scientifiques entre un ou plusieurs clusters. Malheureusement d'après cette même étude, il semble que les clusters Canadiens ne sont que très peu connectés avec les autres que ce soit au Canada ou dans le monde.

2.4.1 Alliances et coopérations au sein des clusters

Il est aujourd'hui important pour les entreprises désireuses d'innover, de former des réseaux d'innovation avec d'autres organismes de leur environnement (Akrich et al., 1988; Perrin, 1999; Loilier et tellier, 2002). Ces réseaux d'innovation est alors un tissu de lien avec un ensemble de partenaires dont le but est de mettre au point une innovation (Callon et al. 1995).

Zucker et al. (2007) expliquent que les collaborations entre différentes institutions permettent d'encourager l'échange d'information et par voie de conséquence les plates-formes de développement offertes aux chercheurs les obligent à collaborer entre eux en utilisant les ressources mises à leur disposition.

Par ailleurs, Balconi et al. (2004) ont observé que les réseaux de chercheurs du domaine purement industriel sont souvent très fragmentés. Alors que des chercheurs académiques auront plus souvent tendance à établir des réseaux de contacts groupés (Newman, 2001). Ainsi, Balconi et al. (2004) ont expliqué que les entreprises ayant des chercheurs issus du milieu académique ont un réseau de collaboration bien plus central et étendu que ceux qui n'en possèdent pas. Gittelman (2006) montre aussi que l'emplacement géographique des différents collaborateurs a un impact différent sur la recherche produite. En effet, le travail d'équipes dont la localisation est proche produira un résultat scientifique plus significatif alors que des équipes plus dispersées seront plus à même de produire des technologies commercialisables.

L'analyse de Schiffauerova et Beaudry (2008) montre que les industriels effectuent des recherches avec un nombre moyen de collaborateurs par brevet, inférieur a celui des universités (environ 5 contre 2). Cependant ces résultats semblent différer notamment à cause de l'échantillon de brevets utilisé pour réaliser l'étude. Schiffauerova et Beaudry ont également montrés que plus de 60% des activités collaboratives dans le domaine des nanotechnologies qui impliquent des inventeurs Canadiens prennent place au sein même des Clusters Canadiens. Le Cluster de Toronto, dont la recherche en nanotechnologie est la plus importante, tend à collaborer avec des chercheurs de ce même cluster car il y a beaucoup plus de spécialistes disponibles que dans les autres clusters du Canada. Alors que, d'un autre côté, les relations de collaboration entre les chercheurs de différents clusters ne comptent que pour environ 12% de tous les liens de partenariat. Il en résulte que les chercheurs de Toronto sont les plus sollicités pour l'établissement

de liens de coopération par des chercheurs des autres Villes du Canada. Enfin 27% des liens de collaboration se font à l'international, avec une préférence pour les échanges avec les États-Unis.

Cette même étude met en valeur le fait que les chercheurs prennent en compte l'éloignement géographique comme critère décisif dans le choix de leurs partenaires, tant qu'ils sont dans un rayon d'environ 600km. Au delà, il semblerait que ce critère perde son importance et les relations peuvent alors être créées entre différents continents au regard d'autres critères de sélection.

2.4.2 Création de start-ups

Les start-ups sont capables de menacer le développement des firmes déjà en place car elles dévalorisent les compétences et les connaissances de ces entreprises déjà positionnées sur le marché (Hill et Rothaermel, 2003). Mais par la même occasion, elles ouvrent de nouvelles portes pour l'entrée d'autres firmes sur le marché (Shea, 2005). Tous ces auteurs s'entendent pour dire que les start-ups ont un rôle important à jouer dans le développement économique d'un secteur industriel. Ceci s'applique donc également aux nanotechnologies car les entreprises ayant des activités intimement liées aux nanotechnologies sont beaucoup axées sur la recherche scientifique fondamentale.

La majorité des auteurs expliquent le développement des nanotechnologies en comparaison avec celle des biotechnologies, encourageant largement la création de start-ups. C'est notamment le cas de Zucker et Darby (2003) qui prévoient un développement futur des nanotechnologies similaire à celui des biotechnologies en mettant l'accent sur la présence de personnel scientifique de haut niveau, de nombreux liens entre les universités et les entreprises, une organisation cruciale du transfert de technologies, des mises en place de firmes basées sur la R&D ainsi que du capital risque pour financer les phases initiales de développement. Les grandes entreprises ont généralement suffisamment de connaissances accumulées pour pouvoir intégrer les nanotechnologies à leurs produits déjà existants tout en continuant le processus de recherche sur un moyen ou long terme.

Ainsi, on peut comparer ces start-ups avec celles du domaine des biotechnologies et pharmacie (Rothaermel, 2007) qui ont pour but de montrer au préalable la valeur d'une

technologie ou d'une molécule avant d'être racheté par les grands groupes pharmaceutiques. Comme pour les biotechnologies, les petites entreprises auraient donc pour but d'explorer les nouveaux marchés. Aujourd'hui ce mouvement est plutôt marginal car la majorité des start-ups se situent dans un marché de prestations pour les activités de recherche et de développement des plus grandes entreprises (Mustar, 2006).

Traditionnellement, les universités développaient puis commercialisaient une technologie par l'intermédiaire des brevets et des licences pour être transformés par une entreprise en un produit commercialisable. L'entreprise réalise alors un premier paiement pour obtenir les droits de licence puis reverse des royalties supplémentaires lorsque le produit commence à être vendu. Cependant les universités ont recours à d'autres tendances plus risquées pour transférer leurs technologies vers le secteur privé : la création de start-ups ou le licenciement d'une technologie à des entreprises beaucoup plus jeunes (Steffenson et al., 1999). Ceci est une preuve de l'engagement des universités à vouloir augmenter leurs flux d'argent (Bray et Lee, 2000) et aligner leurs intérêts avec ceux des entreprises tout en améliorant leur réputation (Feldman et al., 2002).

2.5 Brevets et licences

Dans les dernières années, le Canada a connu de fortes augmentations des investissements en recherche, du nombre de publications et du nombre de brevets déposés pour les nanotechnologies. Selon Hu et al. (2011), Le Canada détient 8% des publications en nanotechnologie dans le monde le positionnant à la 5^{ème} position pour les années 2005-2009 alors qu'il était à la 11^{ème} place pour les périodes 1998 à 2002 avec seulement 2% des publications mondiales.

Les droits de propriété intellectuelle ont pour fonction première de protéger l'innovateur de l'imitation frauduleuse des concurrents et lui confèrent une utilisation exclusive mais temporaire de l'invention. Ainsi, ces droits permettent aux innovateurs de tirer des revenus d'une activité qu'ils protègent. Cette protection confère à son détenteur deux choix possibles. Il peut soit contrôler la diffusion ou la commercialisation de son invention, ou bien demander des sanctions pour les utilisations frauduleuses de son invention protégée. Dans notre cas, les

principaux vecteurs des droits de propriété intellectuelle sont les brevets. Le brevet constitue un outil de protection puissant pour une durée limitée. Il se distingue des autres titres de protections par l'incitation de l'innovateur à s'engager dans des efforts de recherche et de développement pour obtenir un monopole temporaire sur l'invention. Chaque pays possède ses propres règles pour déposer un brevet. De plus, chaque pays possède trois grands leviers permettant d'agir directement sur les droits de la propriété intellectuelle : la durée de la protection intellectuelle offerte par les brevets, son étendue et sa hauteur (Crampes et Moreaux ; 1993).

L'incitation à la création est le fer de lance du processus d'innovation. Cette incitation est séparée en deux parties : l'incitation *ex-ante* encourageant l'innovateur à faire de la recherche et l'incitation *ex-post* issue du monopole octroyé (Arrow, 1972).

En contrepartie du monopole temporaire accordé à l'innovateur, le brevet présente un instrument de transfert de connaissances. En effet, il donne un signal fort sur les directions de recherches des entreprises et de leurs perspectives (Foray, 1994 ; Hortsman, 1985). Le brevet constitue alors un outil de transfert de l'information divulguant la faisabilité des recherches engagées et donnant des indications sur la réussite attendue du domaine exploré. Une entreprise rivale peut donc de cette manière prendre conscience de la trajectoire technologique empruntée et également de la non-pertinence de certaines autres voies de recherche. Dans la pratique, seule l'entreprise innovante possède les savoir faire et les investissements immatériels capables d'exploiter entièrement la propriété protégée par le brevet. Ainsi, seuls des accords de licence avec l'innovateur permettront aux futurs utilisateurs du brevet d'exploiter l'innovation (Bessy et Brousseau, 1997). En résumé les brevets permettent aux entreprises innovantes de s'entretenir et de se développer mais depuis quelques années, les firmes utilisent ces outils bien au-delà de leur simple aspect de protection et en font une arme stratégique.

Les brevets sont aujourd'hui un moyen d'obtenir des paiements et des retours sur investissement par le biais des licences. Ils permettent non seulement de protéger les inventions mais aussi d'adopter des stratégies offensives et défensives dans le but d'acquérir des parts de marché (Pascaud et Piotraut, 1994) ou de gêner les concurrents. Dans cette optique, le recours à une stratégie défensive peut se comprendre lorsqu'une entreprise décide de barrer le passage aux autres firmes grâce à son innovation verrouillée par le brevet (Lombard, 1998) sans pour autant l'exploiter immédiatement. Il existe également des brevets dits de « dissuasion » dont le but est

de décourager la venue d'une entreprise sur un marché en agissant comme barrière à l'entrée. On peut également trouver des brevets dits « piégés » de faibles valeurs permettant de mettre les concurrents sur de fausses pistes en leur faisant croire que la firme s'engage dans des recherches dans un domaine imprévu.

Une entreprise peut par ailleurs refuser de licencier ses inventions ou bien de recourir à des licences croisées. Le refus de licencier, et donc de ne pas coopérer, est une stratégie délicate car l'entreprise se retrouve en général opposée au droit de la concurrence (Liotard, 1999). Inversement, les licences croisées s'inscrivent dans un cadre de coopération inter-firmes. En effet, deux entreprises peuvent s'échanger des droits d'exploitation réciproques afin d'obtenir une complémentarité des compétences, une réduction des coûts de transaction et une réduction des situations de blocage.

On comprend assez rapidement l'importance des brevets dans ce type d'environnement où bien souvent les entreprises qui participent aux partenariats de recherche sont en compétition les unes avec les autres. Les coopérations demandent aux participants de partager leur savoir faire et les futurs résultats de recherche entre eux, même s'il sont déjà concurrents sur le marché des produits (Veugelers, 1998).

Cependant une firme isolée ne peut prétendre développer entièrement un produit ou un procédé sans avoir recours à des compétences extérieures (Teece, 1992). Les accords de licences sont un moyen d'y parvenir plus rapidement et à plus faible coût que d'autres voies telles que le rachat d'entreprises, les accords de coopération, etc. (Dussauge et Ramanantsoa, 1987).

Les relations universités-industries sont de plus en plus difficile du point de vue de la protection de la propriété intellectuelle. Les négociations sont devenues délicates car les universités et les entreprises ont des perceptions différentes des bénéfices que doivent leur apporter ces outils (H.R. Hertzfeld et al., 2006 [Research policy 35 825-838])

2.6 Risques des collaborations

Dans la plupart des cas, les partenariats permettent aux entreprises d'entrevoir des solutions à leurs problèmes et leurs permettent d'atteindre leurs objectifs. Cependant ces relations inter-organisationnelles comportent des risques qui viennent biaiser les décisions de collaboration

des gestionnaires (Beaudry et De Marcellis-Warin, 2008). En effet, de nombreuses études empiriques ont montré que les accords de collaborations constituent des formes organisationnelles instables (Barkema et al., 1997; Dussauge et al., 2000; Gomes-Casseres, 1987; Killing, 1983; Kogut, 1989; Park et Russo, 1996). Les entreprises réalisent des partenariats de recherche dans le but d'apprendre mais finissent par adapter leurs attentes et altèrent leur implication dans la collaboration amenant ultimement le partenariat à échouer (Balakrishnan et koza, 1993; Hamel, 1991; Khanna et al., 1998; Reuer et Zollo, 2005).

2.6.1 Définition du risque

Pour la suite de notre étude, nous considérerons la définition du risque énoncée dans le grand dictionnaire terminologique : “un risque est un évènement éventuel, incertain, dont la réalisation ne dépend pas exclusivement de la volonté des parties et (qui peut) causer un dommage”. Cette définition associe donc à l'idée de risque les notions de “probabilité” de réalisation d'un évènement et de “l'importance” de son impact.

Que ce soit du point de vue managérial (March et Shapira, 1987), organisationnel (Nooteboom et al., 1997) ou économique (Williamson, 1981), un partenariat représente une situation risquée. Pendant la durée de la relation de coopération, les différentes entités vont être amenées à partager de l'information et des connaissances clés. Les conséquences négatives surviendront lorsque l'un des organismes voudra prendre avantage des ces connaissances de manière opportuniste. (Kale et al., 2000; Simonin, 1999).

Ainsi certains propriétaires de connaissances stratégiques sont sujets à la fuite de ces ressources alors qu'en même temps le but premier du partenariat est d'obtenir plus de connaissance et non pas d'en perdre (Khanna et al., 1998). De plus, l'environnement très compétitif de certains secteurs industriels oblige certaines entreprises à collaborer entre elles pour se maintenir sur le marché ce qui accroît le risque de comportements opportunistes (Neuville, 1998).

Une stratégie de partenariat peut comporter de nombreux risques. On distingue notamment deux grandes catégories: le risque relationnel et le risque de performance (Das et Teng, 1996).

2.6.2 Le risque relationnel

Le risque relationnel apparaît lorsque les organismes qui coopèrent n'adoptent pas une attitude complètement coopérative les uns envers les autres. C'est ce qui arrive lorsqu'un des acteurs agit de manière opportuniste pour servir ses propres intérêts de façon malhonnête (Williamson, 1975). Ces comportements opportunistes passent par la rétention d'informations, la non tenue d'engagements, l'appropriation de certaines connaissances ou technologies des partenaires, etc.

Voici une liste non exhaustive des risques documentés dans la littérature et faisant partie de la catégorie des risques relationnels :

- le risque organisationnel (Nooteboom et al., 1997),
- le risque managérial (March et Shapira, 1987),
- le risque de fuite des connaissances (Khanna et al., 1998),
- le risque lié à des clauses contractuelles ambiguës (Brousseau, 2000),
- le risque de comportement opportuniste (Neuville, 1998),

Même lors d'une coopération, la compétitivité peut toujours rester en arrière plan et du fait de l'asymétrie informationnelle existant entre les partenaires, des comportements opportunistes peuvent avoir lieu (Williamson, 1993). Il peut ainsi y avoir une appropriation unilatérale des bénéfices du partenariat, que ce soit de façon légale ou non. (Par le biais de dépôt de brevet par exemple). Malheureusement pour les partenariats de recherche, les droits de propriété intellectuelle sont problématiques car l'innovation technologique recherchée est incertaine et de nature souvent complexe (Teece, 1986).

Les partenaires peuvent également échouer à atteindre un niveau de flexibilité optimal envers les autres organismes. Du point de vue de la théorie des coûts de transactions, ceci implique, en général, un investissement de ressources plus important que prévu pour négocier les termes d'un contrat ou pour mener à bien les objectifs prédéfinis. On observe alors une hausse des coûts associés au projet (Young-Ybarra et Wiersema, 1999).

Le fait de garder plusieurs centres décisionnels au cours du partenariat peut également être une source de diminution de l'efficacité de celui-ci dû notamment à l'obligation de renégociations fréquentes pour mettre tous les partis d'accord (Garette et Dussage, 1995). Le manque d'implication dans une relation peut également constituer un frein au développement du partenariat. Ce frein prend généralement forme lorsque les contrats de l'arrangement sont mal conçus ou que les acteurs manquent de motivation. En effet, dans le domaine de la recherche et du développement, les contrats sont bien souvent incomplets car ils ne peuvent pas prévoir à l'avance toutes les possibilités qu'engendreront les recherches.

L'engagement d'une PME dans une relation de coopération est souvent mieux accueillie lorsque le partenaire ciblé est équivalent en taille, en rentabilité et en position dans l'industrie afin d'éviter les rapports de force et les comportements opportunistes (Das et Teng, 2000). Malheureusement, en pratique les PME de R&D établissent des relations avec des partenaires de taille plus importante (Puthod, 1996). La réputation des acteurs est un critère aussi important dans la décision de réalisation d'un partenariat. En effet, la réputation concernant la performance et les compétences relationnelles d'un potentiel collaborateur sont essentiels pour réduire le risque de conflit relationnel (Hagedoorn et al., 2006). Il en est de même pour la confiance préexistante qui apparaît alors comme un élément de contrôle des risques liés aux partenariats (Delerue, 2004).

2.6.3 Le risque de performance

Le risque de performance est défini par Das et Teng (2001) comme la probabilité et ses conséquences que, malgré une collaboration optimale des organismes, les objectifs communs ne soient pas atteints. Au final le risque de performance existera même si le risque relationnel est "nul".

Le risque de performance peut être d'origine commerciale si le produit n'obtient pas le succès souhaité, il peut être d'ordre technologique si l'innovation ciblée n'est pas atteinte, ou encore financier en cas de non-récupération de l'investissement initial. Une grande variété de types de risques compose donc le risque de performance. Il en résulte également qu'un grand nombre de facteurs auront de l'influence sur le résultat final d'un partenariat.

Cependant il faut être prudent car le risque de performance existe également lorsqu'il n'y a pas de partenariat en cours.

2.6.4 Facteurs influant sur la décision de collaboration

Pour synthétiser ce qui a été trouvé dans la littérature ci-dessus, voici une liste des paramètres clés influents sur la matérialisation des risques de performance et des risques relationnels dans les partenariats :

- Le niveau d'asymétrie informationnelle
- Le manque d'expertise ou de pratique
- Le nombre de centres décisionnels
- La motivation des différents acteurs
- La concordance des objectifs
- Les arrangements contractuels
- La proximité des acteurs
- Les caractéristiques des acteurs (équivalence de taille, de rentabilité et de position dans l'industrie)
- La réputation des acteurs (performance et compétences relationnelles)

2.7 Conclusion de la revue de littérature

La revue de littérature que nous venons d'établir constitue un très bon point de départ pour comprendre les mécanismes d'innovation impliqués dans le développement des nanotechnologies. Ces mécanismes passent en général par la réalisation de partenariats et de réseaux de collaborations entre les divers acteurs, l'utilisation d'outils de propriété intellectuelle et également par la création de start-ups. Les nanotechnologies tendent à se développer de manière similaire aux biotechnologies : en mettant l'emphasis sur l'utilisation de personnel grandement qualifié, la présence de nombreux liens entre les universités et les entreprises, une mise en place importante du transfert de technologies, la création d'entreprises basées sur la R&D et l'apport de capital de risque pour financer les projets (Zucker et Darby, 2003).

Nous considérons également que la réalisation d'un partenariat peut comporter de nombreux risques qui viennent altérer le jugement de décideurs. Les deux grandes catégories de risques que nous considérons ici sont les risques de performance et les risques relationnels. (Das et Teng, 1996). De nombreux autres paramètres peuvent influencer sur la décision de collaborer. Notre but est de comprendre quelles sont ces variables intérieures ou extérieures à l'entreprise qui pourraient avoir une incidence négative sur le processus d'innovation. Pour ce faire nous regarderons parallèlement les avantages et les risques associés à ces collaborations de manière à être le plus proche possible du point de vue d'un gestionnaire.

Tous ces éléments vont conduire notre réflexion dans la suite de cette étude pour chercher à comprendre comment évoluent les entreprises dans l'environnement technologique auquel elles appartiennent et comment elles interagissent avec les autres organismes. Nous cherchons ainsi à comprendre qu'elles sont les obstacles auxquels les entreprises de nanotechnologies font face et essaierons de mettre en place des pistes de réflexions pour proposer d'éventuelles solutions.

Ceci nous amène donc à formuler notre question de recherche : **Comment encourager le développement économique des entreprises de nanotechnologie du Québec face aux avantages et aux risques qu'elles rencontrent au cours de leur processus d'innovation et plus particulièrement de leurs collaborations ?**

CHAPITRE 3 MÉTHODOLOGIE DE LA RECHERCHE EXPLORATOIRE

Dans ce troisième chapitre nous allons présenter les objectifs généraux afin d'expliciter la problématique, puis nous expliquerons la démarche que nous avons retenue pour mener notre étude.

Cette recherche qualitative est une première étape qui servira de complément aux limites de la revue de littérature et permettra d'aborder une approche plus quantitative par le biais de l'établissement d'une enquête pour récolter des données.

3.1 Justification de l'approche exploratoire

La revue de littérature nous a fourni des renseignements généraux sur les processus et l'environnement des entreprises dans un contexte de forte innovation. Seulement, peu d'articles s'appliquent directement au cas des nanotechnologies. Par ailleurs, notre connaissance du contexte dans lequel évoluent les entreprises de nanotechnologie est limitée à la lecture de revues de presse, d'articles ou de consultation de sites internet. C'est pourquoi il nous est paru inévitable d'utiliser une première approche qualitative de manière à augmenter notre base de connaissances sur ce sujet. En effet, dans cette recherche nous avons principalement observé une démarche inductive à partir d'observations et de réflexions dans le but de générer des hypothèses. C'est ce que définit De Ketele (1991, p96) comme une recherche exploratoire.

Cette démarche nous permettra ainsi de recueillir des "informations de type descriptives s'intéressant au vécu et aux détails d'expériences individuelles" (Aujoulat, 2006, p1) auprès des acteurs principaux de l'industrie québécoise en lien avec les nanotechnologies.

Par l'observation concrète du fonctionnement et du comportement de ces entreprises, nous chercherons à comprendre les phénomènes plutôt que les démontrer. L'approche qualitative nous permet d'entreprendre cette compréhension en utilisant des outils tels que des observations, des entretiens semi-structurés ou non structurés, des études de cas, etc.

3.2 Objectifs et avantages de la recherche

3.2.1 Objectif général de l'étude

L'objectif général de cette recherche est de documenter et d'analyser le contexte de développement des entreprises de nanotechnologies du Québec avec le but d'améliorer nos connaissances et notre compréhension des dynamiques liant ses acteurs.

3.2.2 Avantages attendus de la recherche

L'avantage le plus immédiat fourni par cette recherche sera l'obtention de données descriptives concernant le contexte d'innovation des entreprises de nanotechnologies et les caractéristiques des relations de partenariats qu'elles réalisent.

Notre étude facilitera également la diffusion des connaissances sur la dynamique d'innovation de l'industrie des nanotechnologies et devrait permettre de fournir des recommandations ainsi que des pistes de recherche en matière de gestion et de gouvernance.

3.2.3 Problématique de la recherche

La problématique à laquelle cette recherche essaye de répondre est la suivante :

Comment encourager le développement économique des entreprises de nanotechnologie du Québec face aux avantages et aux risques qui s'opposent à leur processus d'innovation et plus particulièrement de leurs collaborations ?

3.3 Thèmes de la recherche

Les trois grands thèmes suivants ont été définis suite à l'analyse de la revue de littérature; ils permettront de répondre à la problématique de notre recherche :

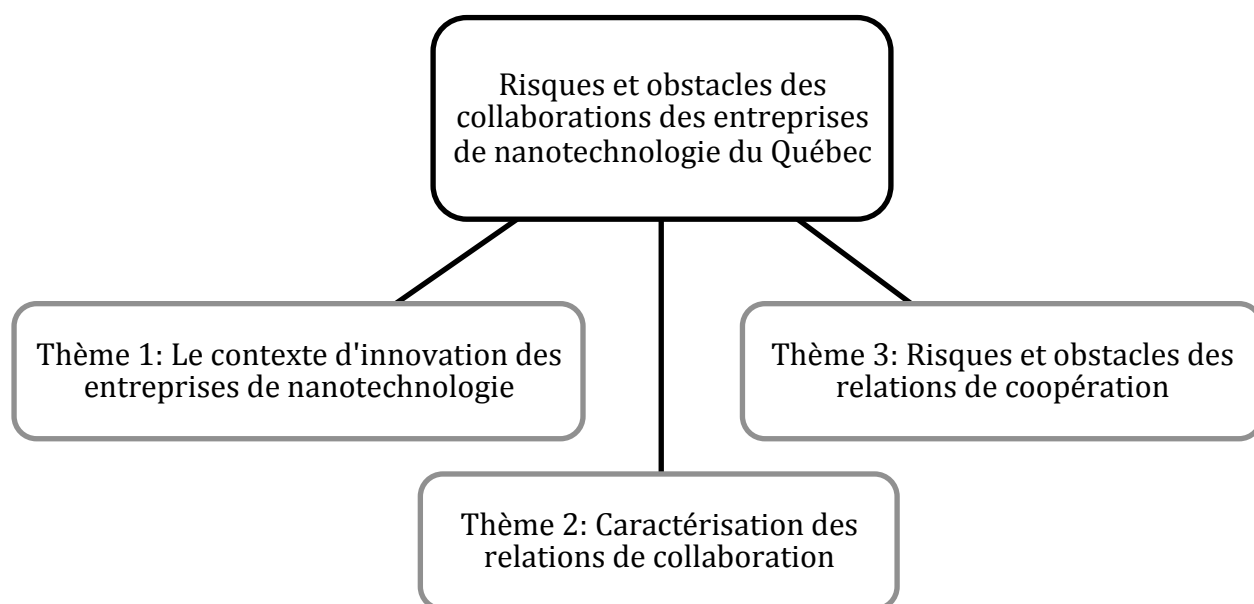


Figure 3-1: Thèmes de l'étude

3.3.1 Thème 1 : Le contexte d'innovation des entreprises de nanotechnologie

Nous avons pu voir dans les parties de mise en contexte et de revue de littérature que le développement des nanotechnologies est assisté par de nombreux réseaux d'innovation comme NanoQuébec, l'IQN, le C2MI, etc. Les entreprises désireuses de développer de nouvelles technologies ont donc intérêt à entrer dans ces réseaux d'innovation ouverte qui ont pour principal objectif de faciliter les échanges de connaissances et de fournir des moyens de financements pour la réalisation de projets en coopération. La recherche universitaire joue également un rôle important quand il est question de nanotechnologies puisqu'elle est le moteur de la recherche fondamentale.

Mais l'innovation ouverte a ses limites: les entreprises doivent être capables de comprendre la valeur de l'innovation qu'elles développent pour la protéger avec des outils de

propriété intellectuelle. (Chesbrough et Appleyard, 2007). De plus, il revient souvent aux petites compagnies le rôle d'exploiter les nouvelles opportunités de nanotechnologie (Avenel et al, 2007). Enfin, d'après Hill et Rothaermel (2003), les start-ups ont un rôle à jouer dans l'aide au développement économique d'un secteur industriel. Notre objectif sera d'essayer de comprendre s'il en est toujours de même dans le contexte des nanotechnologies.

Nous chercherons donc à documenter ces points dans le but de mieux saisir dans quel contexte ces entreprises doivent évoluer et se concurrencer entre elles.

3.3.2 Thème 2 : Caractérisation des relations de collaboration

Il a été mis en évidence précédemment que le processus d'apprentissage d'une entreprise est facilité par les partenariats de recherche qui leurs permettent le transfert de certains types de connaissances (Teec, 1986; Hagedoorn, 1995). Aussi, les coopérations liées à la R&D et à l'accès de compétences ou de connaissances sont généralement privilégiées avec les universités ou les organismes de recherche (Bercovitz et Feldman, 2007). Les partenaires potentiels seront donc différents suivant l'objectif poursuivi par l'entreprise. Ainsi, au sein d'une même chaîne de valeur les entreprises auront des comportements différents puisqu'elles ne partagent pas les mêmes objectifs. C'est la raison qui différencie les partenariats d'apprentissage des alliances commerciales (Koza et Lewin, 2000).

Il a également été souligné dans une étude de Link et Bauer (1989) qu'environ 90% des partenariats de recherche et développement de cette époque aux États-Unis étaient réalisés de manière informelle. Il serait intéressant de savoir si cette observation serait toujours valable aujourd'hui pour le cas des nanotechnologies.

Cet axe nous permettra donc d'identifier les liens qui peuvent exister entre les différents acteurs en fonction de leurs activités et de leurs objectifs respectifs.

3.3.3 Thème 3 : Risques et obstacles des relations de coopération

Un partenariat est synonyme de risques et d'instabilités (Barkema et al., 1997; Dussauge et al., 2000; Gomes-Casseres, 1987; Killing, 1983; Kogut, 1989; Park et Russo, 1996) autant du point de vue managérial (March et Shapira, 1987), organisationnel (Nooteboom et al., 1997) qu'économique (Williamson, 1981). Ces risques peuvent avoir une influence sur la décision de collaboration des gestionnaires (Beaudry et De Marcellis-Warin, 2008).

On distingue deux grands types de risques pour les relations inter-organisationnelles : le risque relationnel et le risque de performance (Das et Teng, 1996).

Il sera intéressant de comprendre en quoi les nanotechnologies peuvent influencer sur les risques que perçoivent les gestionnaires et quels sont les paramètres qui ont de l'importance dans la prise de cette décision. Nous ne cherchons pas à comprendre la démarche psychologique qui mène à la décision de collaborer mais nous souhaitons mettre en évidence l'influence décisionnelle de l'information que reçoit le gestionnaire en la repositionnant dans son contexte.

3.4 Méthodologie

La prochaine étape de notre démarche consistera à réaliser des entretiens avec des acteurs du milieu des nanotechnologie pour étendre notre connaissance déjà acquise au cours des chapitres précédents. Ces entrevues seront réalisées avec des acteurs du domaine et serviront à préciser le schéma global des activités de nanotechnologie pour permettre l'établissement d'hypothèses et d'un modèle pour conduire la suite de cette étude.

Nous chercherons ensuite à vérifier ce modèle l'aide d'une méthode quantitative basée sur une enquête adressée aux gestionnaires des entreprises. Ces deux démarches nous permettront de récolter des données pour amorcer une discussion en lien avec les objectifs préalablement mentionnés.

Nous suivrons donc la démarche représentée sur le schéma de la figure 3-2 suivante pour essayer de répondre au mieux à cette question :

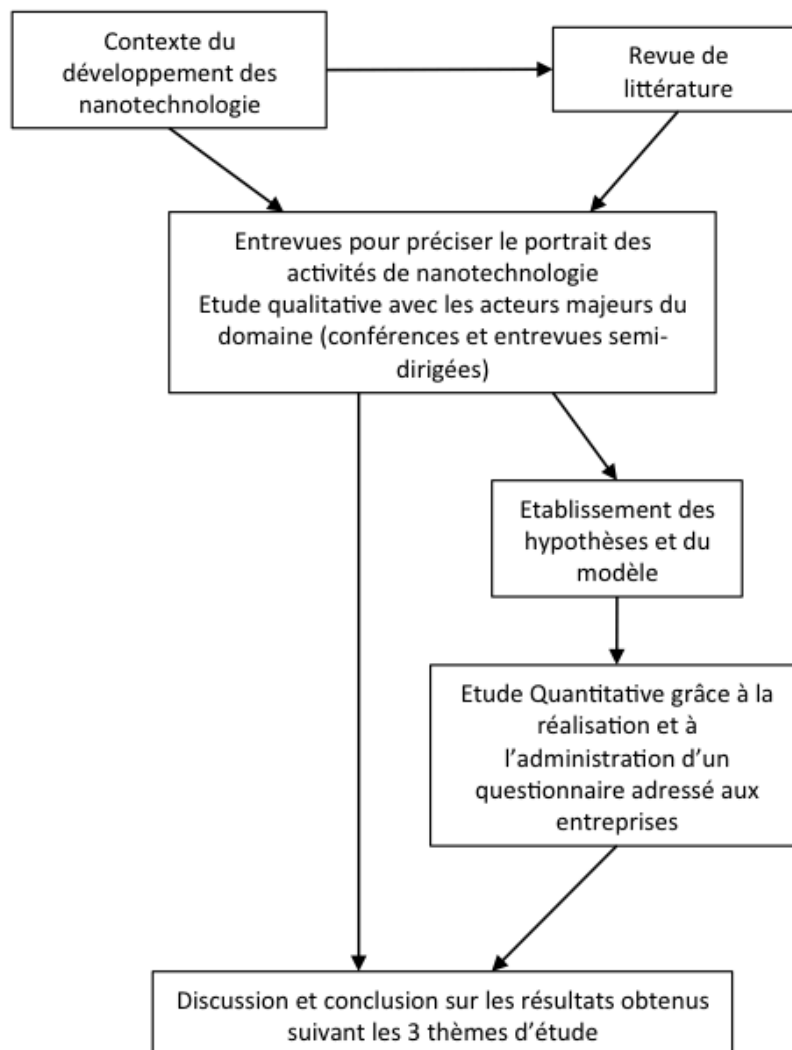


Figure 3-2: Schéma de méthodologie

Suivant les trois axes qui viennent d’être décrit, nous souhaitons ainsi être capable de fournir des recommandations au gouvernement du Québec et aux institutions du réseau de nanotechnologies du Québec en matière de gestion. Le but serait à terme d’avoir une connaissance suffisante des contraintes auxquelles les entreprises font face afin de proposer des pistes de solutions pour encourager l’innovation et stimuler les retombées économiques pour le Québec.

CHAPITRE 4 ENTREVUES EXPLORATOIRES

4.1 Objectifs des entrevues

Nous avons décidé de réaliser des entrevues semi-dirigées et des entrevues lors de conférences dans le but de préciser le contexte dans lequel évoluent les entreprises de nanotechnologies du Québec. Nous chercherons à savoir quels sont les acteurs principaux de leur développement économique et éclaircir les liens qu'ils entretiennent avec les autres organismes.

Cette étape sert de précurseur à la caractérisation de notre modèle de recherche qui s'appuiera sur notre exploration de la littérature et des entretiens.

4.2 Étude qualitative

Les entrevues et les conférences ont permis d'obtenir des informations de grande valeur de la part des acteurs impliqués dans le développement et le processus d'innovation des entreprises.

Les sujets des conférences étaient variés mais les grandes thématiques restaient les mêmes : régulation, gestion du développement et résultats de recherche fondamentale. Les conférences étaient ponctuées de pauses où les participants avaient l'occasion de discuter avec les différents conférenciers. C'est notamment pendant ces périodes que nous avons pu réaliser des entrevues avec des intervenants pour leurs poser des questions en lien avec notre étude. De plus, assister à plusieurs conférences uniquement portées sur les nanotechnologies et leurs développements nous a permis d'identifier les "forces" qui s'exercent dans ce secteur.

Quatre entrevues semi-dirigées ont également été réalisées avec des chercheurs et des représentants de deux réseaux d'innovations majeurs en nanotechnologie du Québec. Les questions portaient notamment sur les problématiques liées à la multidisciplinarité des nanotechnologies, aux risques des partenariats et aux défis auxquels le Québec devra faire face dans les prochaines années.

4.3 Personnes interrogées

Pour assurer la fidélité des résultats obtenus par le biais de ces entretiens, nous nous sommes intéressés à des personnes expérimentées du domaine des nanotechnologies. Pour se faire nous avons rencontré un professeur et chercheur d'université très impliqué dans le domaine des nanotechnologies, un représentant d'entreprise et des représentants de réseaux de collaboration de nanotechnologie au Québec. Nous avons choisi de rencontrer ces acteurs importants pour avoir des points de vue différents sur la recherche et le développement des nanotechnologies : certains issus du domaine universitaire et d'autre englobant les secteurs publics et privés.

Toutes ces rencontres ont donc été d'une aide précieuse pour déterminer le cadre d'étude de cette recherche et comprendre les paramètres environnants des entreprises de nanotechnologie du Québec.

4.4 Description des entretiens

Nous avons choisi de mener quatre entretiens de manière semi-directive pour permettre des discussions ouvertes et laisser aux répondants la possibilité de développer les sujets qui leurs semblaient importants. Ces entretiens présentent l'opportunité de confronter les concepts issus des articles de la revue de littérature avec les faits réellement observés sur le terrain.

Nous avons orienté les discussions suivant trois axes :

- Le monde des nanotechnologies au Québec : on recherche ici un point de vue global sur l'environnement et le contexte qui les entourent.
- La compréhension de la chaîne de valeur associée aux nanotechnologies et quels sont les acteurs qui y participent.
- Les risques des collaborations. Au cours des rencontres, nous avons juste posé la question suivante : "Qu'est-ce qui, selon-vous, pourrait constituer un risque au collaborations des entreprises ?" Nous n'avons ainsi pas suggéré une liste de risques prédéterminées car le but était de recueillir les faits qui ont le plus marqué nos interlocuteurs concernant ce sujet.

La partie suivante regroupe les commentaires et les informations pertinentes qui ont été obtenus au cours de ces entrevues semi-dirigées et au cours des entrevues réalisées pendant les conférences. L'annexe 3 donne la liste des acteurs présents au cours des conférences auxquelles nous avons assisté.

4.5 Résultats des entrevues exploratoires

4.5.1 Activités au Québec

Une des choses qui a été décrite pendant cette première série d'entrevues est le fait que le Québec est actuellement plutôt orienté vers une économie de services. Cela signifie qu'en comparaison avec les États-Unis par exemple, l'activité manufacturière est beaucoup moins intense. Ce qui a tendance à déporter certaines étapes de la chaîne de valeur, notamment celles de production, ailleurs qu'au Québec. Cet aspect oblige les firmes à collaborer avec des acteurs en dehors du Canada.

L'un des répondant a suggéré qu'en retournant vers une économie plus axée sur l'industrie, il pourrait être possible d'augmenter les retombées économiques globales dans de multiples secteurs industriels. En effet, ce sont autant d'externalités dont le Québec ne profite pas.

Les différents commentaires recueillis montrent que le Canada investit déjà beaucoup de ressources dans la recherche pour les nanotechnologie que ce soit au niveau provincial ou fédéral. Cependant il a été émis une réserve quant aux activités entrepreneuriales au Québec et donc de la création de start-ups de nanotechnologie. En effet, le problème se situerait plutôt au niveau de la création de nouvelles entreprises basées sur les nanotechnologies car leur essor est très difficile et les investisseurs sont en général très frileux à leur égard. Pour ces start-ups, les risques liés aux succès de leurs futurs produits sont très importants et les investissements requis pour développer de nouvelles molécules et accéder à du matériel de pointe ne sont pas évidents à fournir. Le développement du secteur privé et surtout des nouvelles entreprises devrait être renforcé et encouragé grâce au système d'innovation du Canada par des financements plus adaptés par exemple.

4.5.1.1 Régulation

Le domaine des nanotechnologies est extrêmement réglementé. Lorsqu'une nouvelle molécule est développée, le délai d'autorisation de mise sur le marché est d'environ 5 à 10 ans. Ceci représente de longues attentes qui n'encouragent pas les investisseurs privés à prendre des risques. Cette situation est comparable avec celle des molécules issues des entreprises pharmaceutiques où l'on considère en général qu'une nouvelle molécule implique un investissement d'environ 1 milliard de dollars en prenant en compte les échecs préliminaires qui ont permis d'arriver au résultat final.

Au Canada, Les entreprises productrices de nanoparticules sont soumises à de lourdes réglementations. Ces même réglementations obligent à de lourds investissements pour appliquer toutes les précautions nécessaires afin d'éviter les éventuels échappements de particules dans l'air. Ces précautions comprennent des processus de gestion des risques à l'interne ainsi que des équipements de pointe. Une des entreprises qui produit des nanoparticules au Québec nous a confié qu'elle se doit d'effectuer une importante gestion des risques à l'interne pour prévenir les fuites de particules. Les liens avec *l'IRSSST* sont donc très forts pour s'assurer que les normes suivies dans l'entreprise respectent bien les conditions de sécurité requises pour ce genre d'activités.

4.5.1.2 Accès aux laboratoires

Les infrastructures offertes aux chercheurs pour développer des nanotechnologies sont de plus en plus nombreuses au Québec. Ces laboratoires comprennent des équipements de pointe, du personnel scientifique qualifié et des salles blanches pour réaliser les manipulations nécessaires. Nous nous sommes posés la question de savoir si l'accès à ces complexes est facile au Québec. Au cours d'une des entrevues un intervenant déclare : "L'accès aux laboratoires au Québec est un problème mais aussi une opportunité. Le problème est que ces choses sont tellement petites que n'importe quelle manipulation est extrêmement délicate et donc très chère." Ces laboratoires de haute technologie ne sont donc pas aisément accessibles aux entreprises ayant de petits budgets de recherche.

Cette observation provient notamment du fait que les installations requises pour ces équipements sont très onéreuses et c'est pourquoi leur utilisation en est inévitablement coûteuse. D'après les informations que nous avons pu obtenir, ces laboratoires sont soumis à des contraintes et surtout à des pressions financières très difficiles. Nous ne souhaitons pas entrer dans le détail de ce problème mais il semblerait toutefois que la politique publique soit en partie en cause dans ce cas particulier.

4.5.1.3 Financements

Ce sont plus souvent les universités qui partent à la recherche d'un partenaire industriel plutôt que l'inverse car, au Québec, environ 80% des financements disponibles aux chercheurs universitaires requièrent un partenaire industriel. C'est bien évidemment cette tendance qu'il serait bon d'inverser car les entreprises sont plus au courant des besoins du marché. La plateforme *iNano* promu par NanoQuébec permet de faire rencontrer les industries et les chercheurs universitaires pour qu'ils puissent trouver ensemble des projets d'intérêts communs.

4.5.2 Chaîne de valeur et collaborations

Tous les interlocuteurs étaient d'accord sur le point suivant : Les entreprises considèrent les nanotechnologies comme "un moyen mais pas comme une fin". En effet, ces dernières choisissent d'utiliser ou d'inclure des nanotechnologies dans leurs produits par opportunisme. Les produits issus de ces processus voient généralement leurs caractéristiques significativement améliorées. Ceci renvoi à la notion de technologie à usage général dont les nanotechnologies semblent parfaitement correspondre.

Les nanotechnologies forment une industrie très complexe. En effet, la chaîne de valeur d'un nanoproduct se compose d'un très grand nombre d'industries. On trouve alors tout en haut de la chaîne les entreprises qui fabriquent les nanoparticules et qui ont des activités de recherche et développement particulièrement intenses. Puis viennent ensuite celles qui vont participer à la fonctionnalisation et à l'intégration du nanomatériau dans le produit final. Et tout en bas de la chaîne on trouve les compagnies qui vont intégrer les produits intermédiaires à leur produit final

en vue d'être commercialisé. On se retrouve alors avec un nombre de maillons dans la chaîne qui varie en fonction du produit final dans lequel on veut intégrer le nanomatériau. Les entreprises en tout début de chaîne sont donc particulièrement concernées par la recherche appliquée au nanoparticules alors que celles qui procèdent uniquement à l'intégration d'un produit intermédiaire contenant des nanotechnologies dans un produit final ne s'y intéressent presque plus. Ces entreprises en bout de chaîne ne savent parfois même pas qu'elles utilisent des composants issus des nanotechnologies car on leur vend juste un produit dont les propriétés ont été améliorées.

D'un point de vue général, il y a peu d'entreprises qui possèdent les moyens suffisants pour mener des activités de recherche et de développement sur les nanotechnologies à l'interne. En effet, comme nous l'avons déjà mentionné, ce type de recherche requiert du matériel de pointe dispendieux et du personnel très qualifié tel que des doctorants. Cette main d'oeuvre est, par ailleurs, très présente dans les universités, cela encourage les entreprises à se tourner vers elles pour obtenir les compétences requises par leurs objectifs. Dans ce cas les partenariats Universités-Entreprises sont d'une aide très appréciée.

C'est pour ces raisons que les réseaux de collaboration du Québec sont nés. Leur but est de faire correspondre les intérêts des différents acteurs pour créer des partenariats. La plupart du temps ces partenariats sont de type universités-entreprises. Les plates-formes d'innovation, telles que les laboratoires, viennent s'incorporer dans ce tableau pour fournir à ces acteurs des moyens d'utiliser des équipements et (ou) du personnel de recherche pour mener à terme leurs objectifs technologiques.

NanoQuébec a pour objectif de créer un consortium des acteurs de nanotechnologie au Québec (universités, complexes de recherche, entreprises, etc.) pour avoir un centre virtuel de nanotechnologie. "Le but est d'éviter de courir partout à travers le Québec pour rechercher une expertise, puis une autre". C'est le même objectif qui anime le C2MI (Centre de Collaboration MiQro Innovation) de Bromont par exemple. Le but est à terme de réussir à faire converger les intérêts des entreprises avec les aptitudes de recherche académiques et les infrastructures disponibles.

Une entreprise qui produit directement les nanoparticules en tout début de chaîne est à 100% une entreprise de nanotechnologie. Pour les entreprises qui participent à l'intégration des

nanotechnologies dans leurs produits, elles ne sont concernées par les nanotechnologies que parce qu'elles en achètent et qu'elles les transforment. Mais au final, plus on avance vers le produit final et plus les entreprises ne voient plus du tout les nanotechnologies dans leurs processus ou dans les produits qu'elles vendent. On leur a juste fourni un produit dont la qualité a été améliorée par le biais de nanomatériaux. En exagérant, "seul le personnel du département des achats de l'entreprise est au courant qu'il y a des nanotechnologies dans les produits que son entreprise achète."

D'après nos interlocuteurs, il y aurait plus de participants dans une chaîne de valeur incluant des nanotechnologies que dans celles issues des biotechnologies. Il y a donc plus d'acteurs impliqués dans les réseaux de collaborations et un nombre plus important d'interactions entre eux pouvant ainsi compliquer les relations de partenariats mises en œuvre.

4.5.2.1 Défis R&D

Les intervenants que nous avons rencontrés ont souvent souligné le défi que représente la reproduction d'une même nanoparticule à grande échelle pour les entreprises. Reproduire de grandes quantités de nanomatériaux tels que les nanotubes est maintenant possible. En effet, en 2008 l'entreprise Bayer produisait environ 60 tonnes de ces nanotubes d'une grande pureté. De nouvelles méthodes doivent encore être développées pour atteindre de grandes échelles de production pour les autres nanoparticules. Mais la production en grandes quantités n'est qu'une étape dans le processus d'incorporation des nanotechnologies dans d'autres produits et procédés industriels. Les problèmes de dispersion doivent également être résolus avant de pouvoir être inclus dans d'autres composés.

4.5.2.2 Transfert de connaissances

Au Québec la majorité du transfert de connaissances entre les universités et les entreprises se fait par l'intermédiaire de stages ou de projets conjoints. En effet, les stages sont un moyen efficace de favoriser le transfert de connaissances entre les universités et les entreprises. Les industriels peuvent profiter d'une main d'œuvre qualifiée directement en relation avec le domaine académique pour effectuer la recherche et le développement de prototypes. Ces stages peuvent

aussi déboucher sur des embauches lorsque le stagiaire a fourni un travail satisfaisant du point de vue de l'entreprise. Ainsi les connaissances de l'Université sont partagées et les compagnies peuvent en profiter à court ou à long terme.

Par ailleurs, une nanoparticule est impliquée dans de nombreuses chaînes de valeurs et de nombreux secteurs industriels. L'idéal serait de pouvoir regrouper toutes les entreprises qui prennent parti dans cette chaîne autour d'une même vision. Mais généralement les applications sont beaucoup trop nombreuses pour en arriver à de telles situations. Aussi lorsque tous les partenaires d'une même chaîne ne sont pas au Québec, "les choses peuvent se compliquer très vite", déclare une des personnes interrogées. Tous les organismes ne peuvent donc pas coopérer les uns avec les autres. La difficulté est donc d'autant plus grande pour les entreprises qui fabriquent les nanoparticules pour s'impliquer dans les nombreux secteurs industriels de leurs clients.

Un des grands défis de ce domaine est de rallier les acteurs utilisant ces nouvelles technologies sous une seule et même bannière car le nombre de secteurs concernés est trop important et les entreprises ont des activités bien trop différentes les unes des autres. Ceci est d'autant plus vrai pour les entreprises qui ne sont concernées que par la commercialisation des produits incluant des nanotechnologies puisque dans la plupart des cas, elles ignorent elles-mêmes avoir un quelconque rapport avec ces nanoparticules. C'est pourquoi en général les entreprises préfèrent rester dans les réseaux relatifs à leur secteur d'activité.

Nano-Albany est un très bon exemple de ce regroupement sectoriel. On y voit un regroupement d'acteurs du domaine des semi-conducteurs et de la micro-électronique. Tous travaillent en coopération dans un écosystème permettant le partage et l'innovation. On pourrait d'un point de vu contraire prendre l'exemple du domaine des entreprises pharmaceutiques pour lesquelles la compétition et la protection des secrets de fabrication sont des atouts stratégiques qui ne peuvent être partagés avec n'importe quel partenaire.

La promotion des nanotechnologies comme solutions aux problèmes industriels est une priorité pour les réseaux de collaboration. Prenons le cas du Campus *MINATEC* en France comme point de comparaison : *MINATEC* est un campus d'innovation européen en micro et nanotechnologies disposant d'un budget annuel d'environ 300 millions d'euros dont 50 millions d'euros sont utilisés pour réaliser des investissements. *MINATEC* est une plate-forme de

regroupement pour le travail collaboratif avec de nombreuses plates-formes technologiques, une proximité des acteurs et le partage des compétences et des moyens. Les bénéficiaires du site déposent chaque année environ 300 brevets et signent plus de 1600 publications. Un des points important est que de nombreuses start-ups voient le jour grâce à *MINATEC*. Le Campus est reconnu internationalement et son rayonnement est principalement dû au rôle actif joué par le *CEA* de Grenoble, en particulier du *Leti* agissant comme une plate-forme d'innovation permettant le transfert de connaissances entre les universités et l'industrie. Pour ce cluster d'innovation, c'est environ 50% des collaborations qui se font à l'interne. Ce cluster est principalement composé d'entreprises qui se regroupent autour des universités pour faciliter l'intégration de nanotechnologies dans de nouveaux produits. Il semble également qu'en analysant toutes les relations de collaborations établies à ce jour, très peu mettent en jeu des partenariats entre différents continents.

Le principal but des consortiums actuels est d'impliquer les entreprises dès le début des projets de recherche. De cette manière l'entreprise pourra fabriquer le produit final avec plus de facilité. En effet, elle aura participé à toutes les étapes de la recherche et de la mise en place du processus. L'expérience ainsi acquise représente dans ce cas un bien inestimable et surtout un énorme gain de temps. C'est là que la distance entre les acteurs joue un rôle important puisque les réseaux d'innovation permettent de faciliter l'accès à des équipements, du personnel qualifié et du financement en une seule région. Ce sont les mêmes critères spécifiés par Nelson (1993): la proximité avec l'expertise de recherche, le support financier et la facilité d'obtenir de l'information sont les principales raisons qui poussent les entreprises à se regrouper géographiquement.

C'est ce que nous avons remarqué au cours des conférences : certaines entreprises y étaient présentes, non pas parce qu'elles fabriquent des nanotechnologies ou qu'elles réalisent des projets de recherche, mais parce qu'elles effectuent une veille technologique à leur égard. Le but étant de surveiller les nouvelles opportunités d'affaires qui pourraient voir le jour grâce aux recherches académiques exposées lors de ces événements.

4.5.2.3 Brevets

Depuis ces 2 ou 3 dernières années les universités semblent avoir assoupli leurs politiques de dépôt de brevets et laissent maintenant plus de libertés aux entreprises avec lesquelles elles font des partenariats de recherche. Le succès global du projet tout entier dépend en général du succès qu'aura la compagnie pour vendre son produit. L'idée est donc ici de laisser les droits de propriété intellectuelle aux entreprises pour leur donner une chance de percer sur le marché.

Les entreprises qui veulent faire des alliances font face à une problématique non négligeable : Comment promouvoir le transfert technologique sans perdre le contrôle de la propriété intellectuelle précieuse ? C'est sur ce point que des entreprises comme *Goudreau Gage Dubuc* (également représentée lors des conférences) interviennent pour les aider à solutionner les problèmes de détention de propriété intellectuelle.

Par ailleurs, la majorité des personnes rencontrées ont indiqué qu'elles portent une attention toute particulière aux nouveaux développements technologiques de leurs compétiteurs et des potentiels nouveaux entrants sur le marché. Cette veille technologique est en lien direct avec les développements effectués en nanotechnologies puisque celles-ci peuvent apporter des avantages technologiques conséquents. Les entreprises surveillent donc les nouvelles opportunités en vue de leur intégration. Dans ce cas l'utilisation des outils de propriété intellectuelle est particulièrement importante.

4.5.3 Risques

Nous avons remarqué que les partenariats dont il a été fait mention tout au long des entrevues se réfèrent presque exclusivement à des partenariats de recherche et de développement. C'est la principale préoccupation de ces entreprises qui cherchent à innover et à déboucher sur un produit commercialisable le plus vite possible pour rentabiliser leurs investissements.

Le risque principalement mis en évidence pendant les entretiens est celui de ne pas réussir à développer la technologie recherchée. Au cours d'un partenariat ce risque peut-être la conséquence de plusieurs autres faits comme l'opportunisme d'un des acteurs ou encore des problèmes de communication.

D'un point de vue plus global concernant les nanotechnologies, celles-ci sont soumises aux risques des problèmes de sécurité auxquels elles sont liées. Beaucoup d'entreprises s'interrogent quant à mettre le libellé "nano" sur leurs produits. En ajoutant cette mention, elles s'exposent à un changement de comportement de la part des consommateurs qui pourraient associer les nanotechnologies à un risque pour leur santé. Ceci est d'autant plus vrai lorsque l'on touche au secteur alimentaire comme nous avons pu le signaler dans les premières parties de cette étude.

Ce risque est associé à la certification et à la standardisation, spécialement en Europe où la tendance veut que tous les produits soient libellés "nano". Avec les particules, il y aura un risque de santé et de sécurité ou simplement un risque perçu. Et les deux ensembles constituent un risque d'affaires. Car cela amène à l'acceptation ou non du produit par le consommateur.

Pour les nouveaux matériaux développés, les processus de certification commencent par un test d'impact environnemental et un test d'impact sur la santé. Ensuite, il faut travailler avec Environnement Canada et Santé Canada pour qu'ils acceptent la certification du nouveau matériau. Cela prend plusieurs années uniquement pour le Canada. Un de nos interlocuteurs confie qu'un de ses derniers matériaux a mis 5 ans pour être certifié. "Mais ce n'est que pour le matériau, le produit qui utilisera le matériau n'a quand à lui reçu aucune certification à cette étape". Donc c'est un processus très long qui représente alors un gros risque.

Du point de vue d'un acteur oeuvrant dans le secteur des nanotechnologies, le risque le plus important dans un partenariat est "que celui-ci ne conduise à rien". C'est le risque de ne créer aucune valeur. Pour les chercheurs et les développeurs, il faut évaluer la valeur qui sera créée et c'est de là que vient le risque. Celui-ci est d'autant plus grand qu'on ne connaît pas encore ce que sera le produit fini. Ce qui pose des problèmes lorsqu'il est question de savoir qui détiendra la propriété intellectuelle, en amont du projet de collaboration.

Dans la chaîne de valeur il y a au tout début le nanomatériau fraîchement découvert. A l'autre bout de la chaîne on trouve le produit final. Mais entre les deux le nanomatériau doit subir

des transformations. Ces transformations permettent de rendre le nanomatériau chimiquement compatible avec l'usage que l'on veut en faire. Ces transformations peuvent être multiples avant d'arriver au produit final. Et chaque étape est propre à une industrie ou à un acteur. Chacun de ces acteurs doivent communiquer entre eux. Il est alors possible de fabriquer un produit pour l'aéronautique en partant de l'industrie forestière et en passant par des laboratoires de chimie, mais chacune des organisations doit parler aux autres et doivent partager la même vision. Le défi est que tous travaillent ensemble pour un même et unique objectif global et non pour chacun d'eux. Et si une seule organisation dans cette grande chaîne ne veut plus partager, tous les efforts sont réduits à néant.

Plus il y a de collaborateurs dans une chaîne de valeur ou même dans un projet et plus celui-ci va prendre du temps à être réalisé. Ceci renforce l'idée que les entreprises dites plates-formes ayant beaucoup de liens avec une multitude de secteurs industriels mettront plus de temps à amener leurs projets à terme.

Un autre risque serait lié à la différence culturelle. Non pas la différence culturelle entre deux pays ou deux langues mais plutôt la différence existante entre deux acteurs agissant dans des secteurs de marché différents : comme un fabricant d'hélicoptère traitant avec un fabricant de papier. Les industries traditionnelles ont pendant les dernières années travaillé à améliorer leurs produits déjà existants. Beaucoup de produits et peu de recherche. Les fabricants de médicaments, d'avions et beaucoup d'autres industries doivent fournir un travail très important pour obtenir des changements significatifs. Ils ont donc besoin de se rencontrer et essayer de trouver un moyen de travailler ensemble. En effet, les différences de culture organisationnelle rendent la prise de décision commune plus difficile comme le soulignent Das et Teng (1996). De plus, Aulakh et al. (1996) ont développé un modèle liant les antécédents de confiance à la performance des partenariats internationaux. Ils expliquent que le rôle de la confiance et de sa dynamique sous-jacente peut varier pour des alliances stratégiques internationales à cause de l'environnement culturel qui entoure le partenariat. Leurs recherches impliquent que la différence culturelle impacte la dynamique des partenariats dans différents pays et que les gestionnaires doivent prendre en compte ces différences.

4.6 Conclusion

Ces entrevues éclaircissent le contexte et l'environnement dans lequel les entreprises qui développent des nanotechnologies évoluent. Les entretiens ont permis également de mettre en évidence les risques liés à la perception des consommateurs sur les produits de nanotechnologie et ceux liés à la longueur des processus de certification. Pour les partenariats, c'est clairement le risque de performance technologique qui prédomine mais ce risque de performance peut être dû à un grand nombre de facteurs que nous tenterons de mettre en évidence dans les prochains chapitres.

CHAPITRE 5 MODÈLE

5.1 La chaîne de valeur des nanotechnologies

Les premières observations de notre étude nous ont poussé à poser des questions plus précises concernant le fonctionnement de la chaîne de valeur des entreprises intégrant des nanotechnologies.

Cette partie sert à synthétiser les informations obtenues, notamment au cours des entrevues exploratoires, concernant l'intégration des nanotechnologies aux chaînes de valeurs actuelles des industries. Pour illustrer ce modèle, nous nous appuyerons sur une étude réalisée par Stacey Frederick sur l'industrie du textile en Caroline du Nord (2006).

D'un point de vue global, les nanotechnologies suivent trois grands stades de modifications avant d'être vendues intégrées au produit final. Il y a tout d'abord les nanomatériaux purs tels que les nanotubes et autres nanoproduits à l'état de poudres. Mais comme nous l'avons discuté au cours des entretiens, ces particules ne peuvent être incorporées directement aux produits finaux. Il y aura donc une succession d'étapes au cours desquelles ces nanomatériaux seront transformés et intégrés dans d'autres produits intermédiaires en vue de leur future incorporation dans le produit final dont on veut améliorer les performances.

La figure 5.1 adaptée du rapport Lux Research (2006) résume ces trois grandes étapes et donne des exemples pour chaque stade d'évolution du produit issu des nanotechnologies :

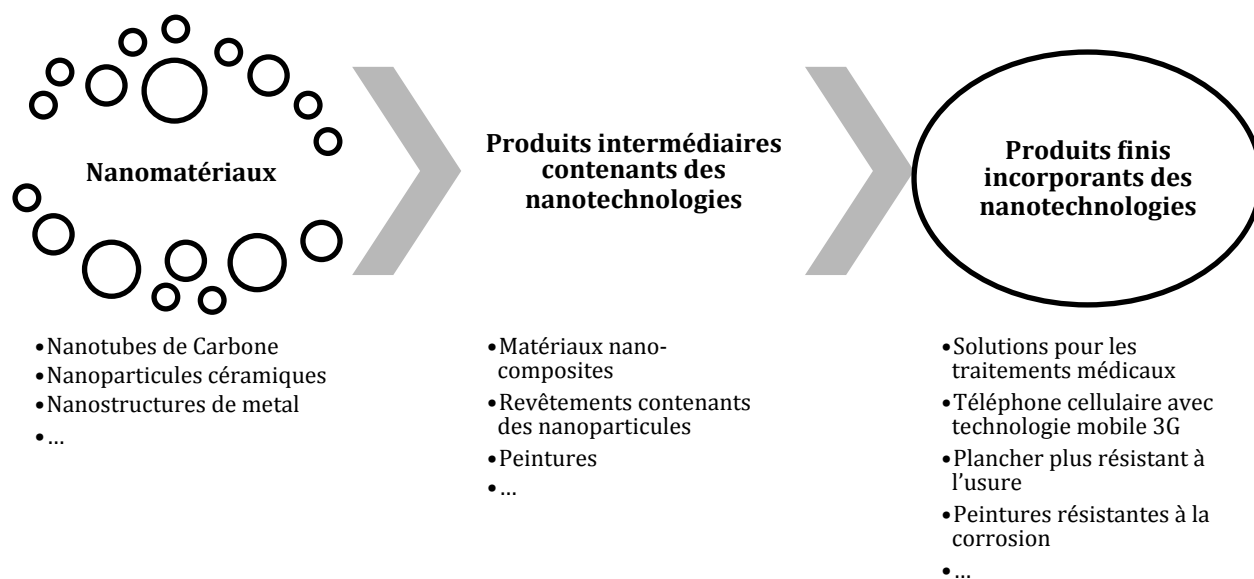


Figure 5-1: Chaîne de transformation des nanomatériaux

Nous allons voir plus en détail comment peuvent se décomposer chacun de ces stades dans la suite de ce chapitre.

5.2 Exemple d'une chaîne de textile

Nous allons tout d'abord observer la chaîne de valeur de l'industrie du textile en Caroline du sud telle qu'elle a été représentée par Stacey Frederick (2007).

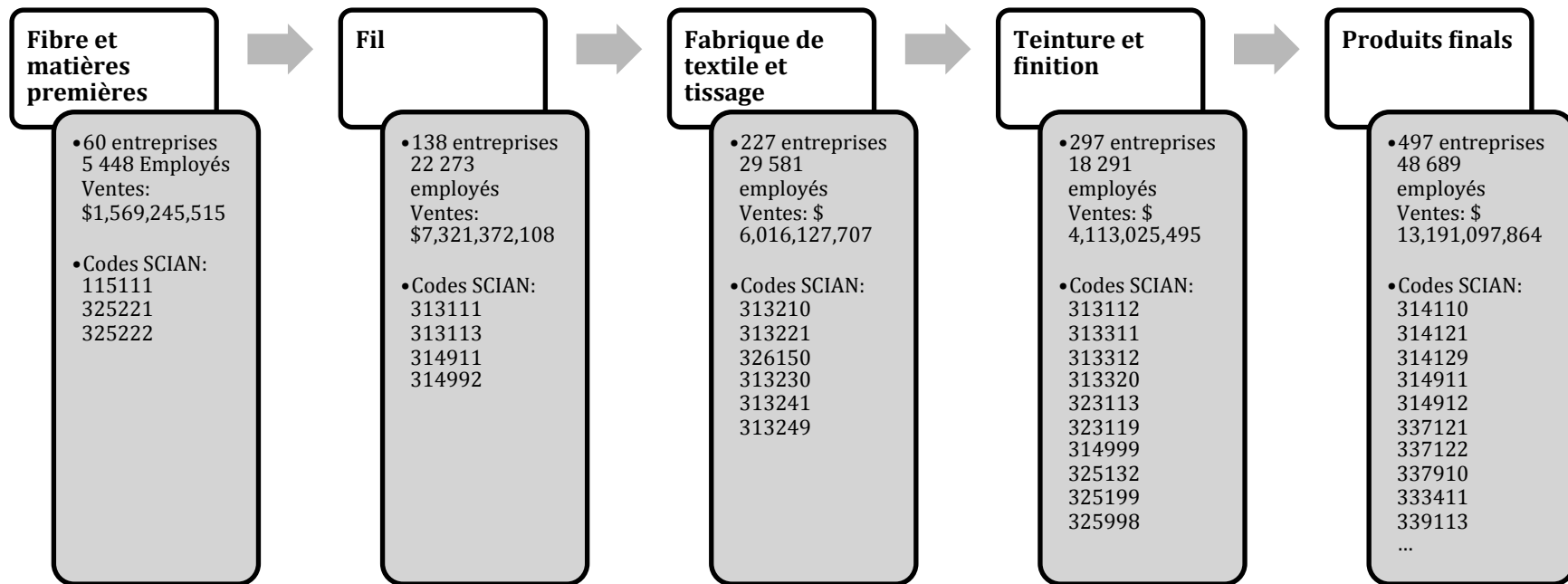


Figure 5-2: Chaîne de valeur de l'industrie du textile en Caroline du Sud

Comme nous pouvons le voir sur la figure 5-2, il est possible de synthétiser la chaîne de valeur de cette industrie en cinq grandes étapes. Ces étapes vont de la fabrication des matières premières à leur transformation et à la fabrication du produit final qui les utilise. Sur la figure ont également été ajoutés le nombre d'entreprises, le total d'employés, le total des ventes et les codes SCIAN que regroupent chacune des étapes de la chaîne. Nous remarquons que plus on se rapproche des produits finaux et plus il y a d'entreprises et de secteurs industriels impliqués.

Dans ce schéma, les nanotechnologies viennent se greffer au tout début de la chaîne. En effet, pour l'industrie du textile les nanomatériaux sont en général utilisés pour fabriquer des fibres plus résistantes ou bien imperméables par exemple. Dans d'autres industries, il se peut que les nanoparticules interviennent beaucoup plus tard dans la chaîne de valeur. La figure 5-3 qui suit permet de comprendre les différents stades d'évolution des nanomatériaux en mettant en parallèle la chaîne de valeur des textiles déjà existante :

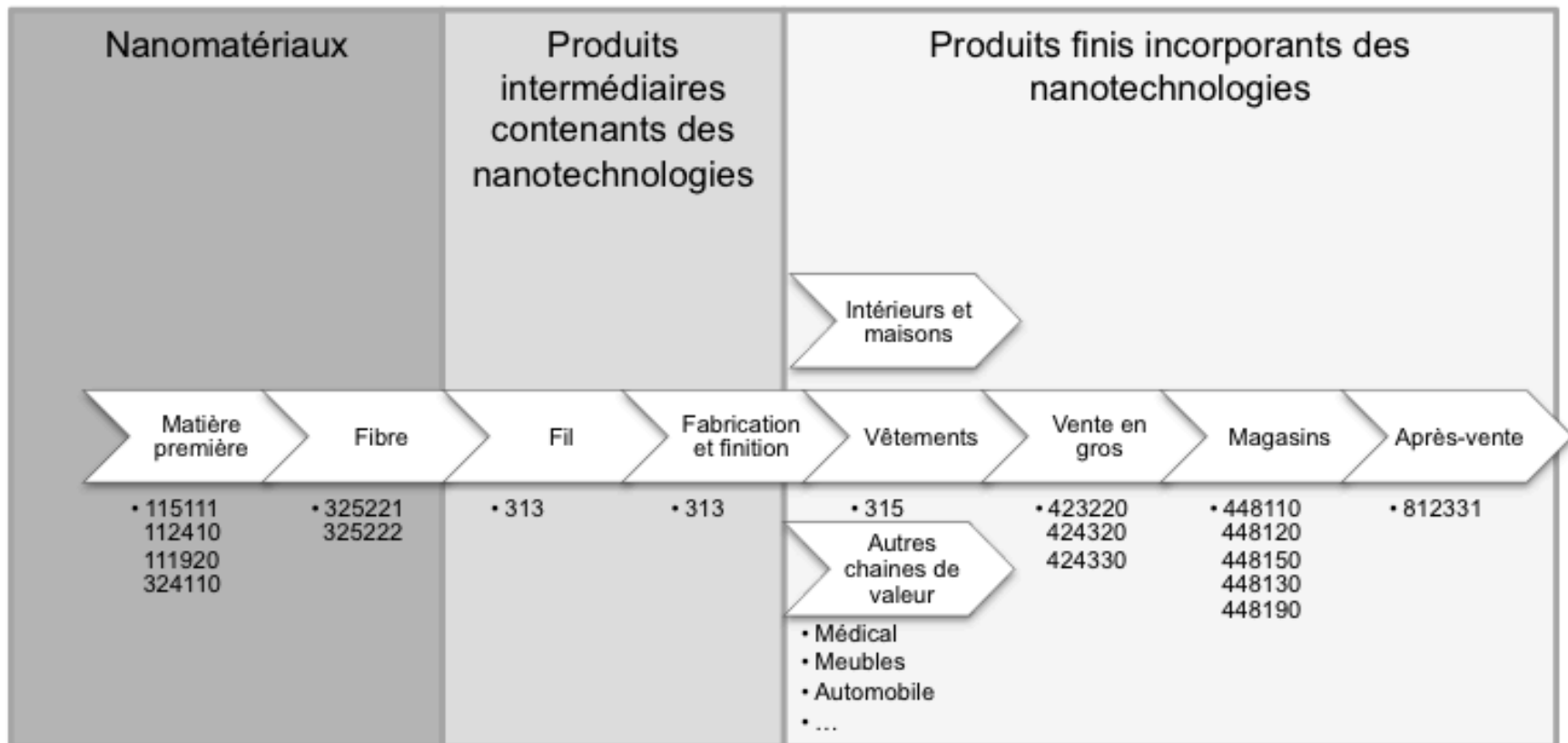


Figure 5-3: Nanotechnologies dans la chaîne de valeur de l'industrie textile

Les nanomatériaux sont présents en tout début de chaîne comme nous l'avons mentionné précédemment et permettent d'ajouter leur fonctionnalité au niveau de la fibre textile. Puis ces fibres sont ensuite transformées et ajoutées aux produits finaux. L'incertitude de cette représentation réside dans le nombre d'étapes incluses dans la transformation du nanomatériau en fibre pour son usage futur, car ce nombre dépend du type de nanoproduct introduit et de sa fonction ajoutée. Cependant le fait d'avoir introduit des nanotechnologies ouvre la chaîne de valeur à de nombreux autres secteurs industriels qui peuvent être désireux de bénéficier des nouvelles propriétés avantageuses que confère leur ajout aux textiles classiques.

Si on regarde plus en détail, à l'aide de la figure 5.4, le processus qui incorpore les nanotechnologies aux produits d'une chaîne de valeur déjà existante, on remarque que seules les étapes situées en amont de la chaîne de valeur seront différentes.

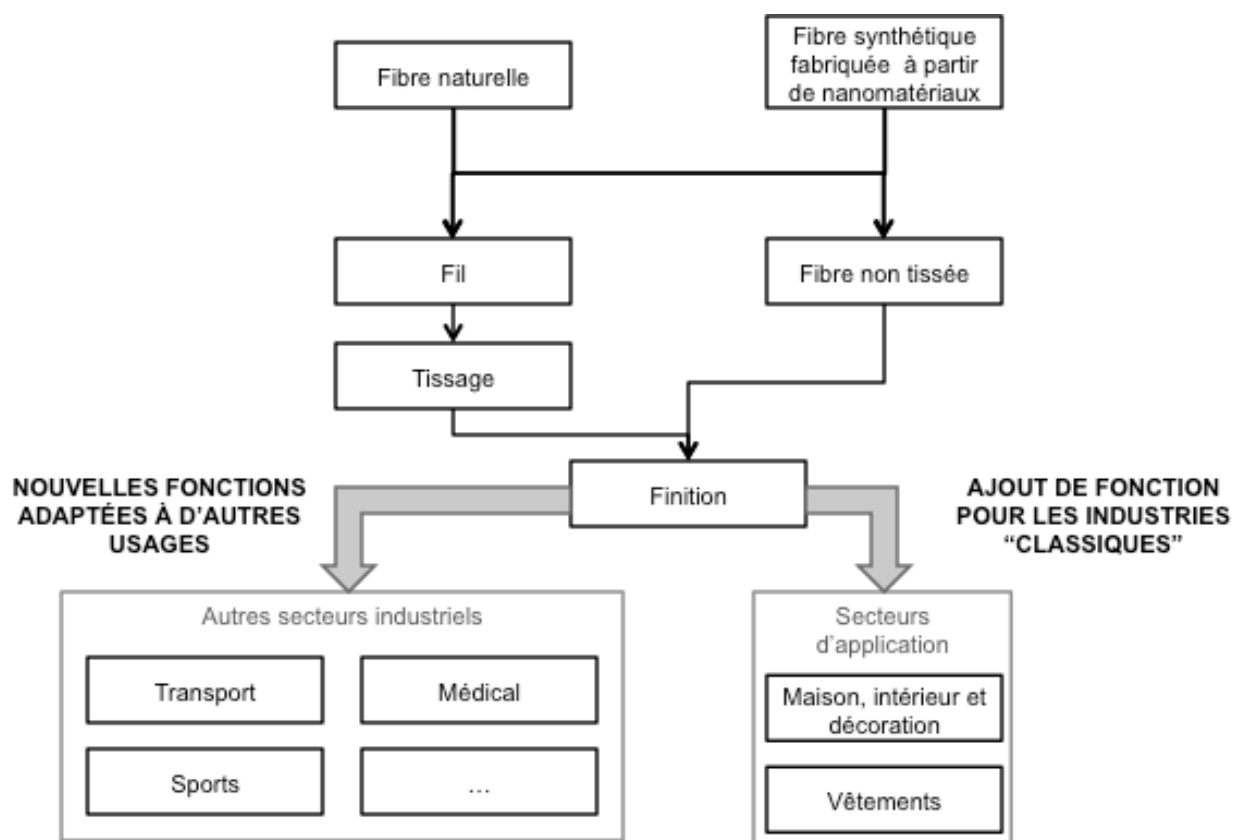


Figure 5-4: Intégration de nouvelles fonctions grâce aux nanotechnologies

Dans la continuité de l'exemple de Stacey Frederick (2007), les fibres naturelles et les fibres incorporant des nanotechnologies se retrouvent au même endroit dans la chaîne de valeur. Les nouveaux textiles fabriqués peuvent contenir uniquement les fibres synthétiques ou bien un mélange entre fibres naturelles et fibres synthétiques. Ce sont donc les étapes qui permettent l'obtention de la fibre synthétique qui seront particulièrement critiques pour réussir l'intégration du nouveau matériau dans la chaîne de valeur.

5.3 Modélisation globale

Les entrevues que nous avons menées dans la partie précédente nous ont permis de comprendre le fonctionnement et l'intégration des nanotechnologies dans ces industries de manière plus générale. En effet, une fois qu'un nanomatériau a été traité et intégré dans un autre produit, il devient utilisable par les secteurs industriels classiques, ne leur demandant que peu d'adaptation pour les utiliser dans leurs propres produits. Ce sont donc ces étapes en amont qui nécessitent beaucoup plus de moyens technologiques de la part des entreprises pour transformer les nanoproduits en intermédiaires consommables par les industries classiques, qui améliorent ainsi leurs produits et leur accordent un avantage concurrentiel.

En partant d'un seul nano-produit, nous avons vu que celui-ci devait subir plusieurs transformations avant d'être intégré à un produit déjà existant. Cet élément sera à son tour transformé et intégré à un autre produit et ceci jusqu'au produit final qui sera vendu au consommateur. Ainsi pour un seul produit de nanotechnologie développé, on peut avoir une multitude d'applications dans une multitude de domaines différents. En effet, les entreprises cherchent principalement à bénéficier des avantages des propriétés physiques ou chimiques que procurent ces nanotechnologies lorsqu'elles sont intégrées à un produit.

Nous distinguons principalement deux grands types d'entreprises dans le monde des nanotechnologies. Tout d'abord il y a les entreprises dites "plates-formes" qui fabriquent des produits à l'échelle nanométrique pour proposer des solutions dans de nombreux domaines d'application. Une compagnie de type plate-forme est également moins attrayante vis à vis des investisseurs car la stratégie de sortie se ferait par une entrée en bourse. Une vente simple de l'entreprise serait plus difficile car celle-ci possède de nombreux clients dans divers secteurs. De

plus la compagnie devra avoir de bons revenus pour réussir cette entrée en bourse. (Aymeric Sallin, 2007).

D'autre part il y a les entreprises "produits". Ces firmes peuvent être axées sur un seul type d'industrie leur permettant d'identifier un panel défini de clients clés pour concentrer leurs efforts. Les investisseurs auront alors plus de facilités à se tourner vers ces entreprises, d'autant qu'elles auront plus de facilité à être revendues. (Aymeric Sallin, 2007).

Il n'y a donc pas de chaîne de valeur standard pour ces nanotechnologies. Juste des étapes de transformation au cours desquelles plusieurs secteurs industriels peuvent être intéressés et prendre place. Les nanotechnologies peuvent donc intervenir à n'importe quel endroit de la chaîne de valeur d'un produit et c'est la principale raison de la grande complexité de son intégration.

Nous noterons alors que les entreprises qui produisent les nanotechnologies et qui les transforment en début de chaîne, ont conscience de l'utilisation de ces technologies. Mais plus on avance dans la chaîne de valeur et moins les entreprises savent que les technologies qu'elles utilisent sont issues des nanoproduits. Bien souvent les intermédiaires vendent leurs produits en mettant en avant l'avantage de leur amélioration technologique sans pour autant expliquer que celle-ci est liée aux nanotechnologies.

5.4 Modèle

Dans cette partie, nous allons résumer les éléments importants recueillis dans les chapitres de mise en contexte, revue de littérature et entrevues exploratoires, dans le but d'orienter nos recherches dans la suite de l'étude. Grâce à toutes ces informations nous formulerons des propositions que nous tenterons de vérifier à l'aide des futures collectes de données.

5.4.1 Revue des points clés et propositions

5.4.1.1 Distance du partenaire

Schiffauerova et Beaudry (2009) ont mis en évidence que l'éloignement géographique des partenaires joue un rôle important dans leur choix pour des projets de collaboration. Mais si les partenariats ne peuvent se faire à courte distance, les chercheurs seront alors moins sensibles au critère de distance géographique. Il semblerait également que dans un rayon de 600km, les chercheurs considèrent cet éloignement comme décisif dans le choix d'un partenaire. Mais au-delà, ce seront d'autres critères de sélection qui entreront en compte pour ce choix (Schiffauerova et Beaudry, 2008).

De plus, les nombreux réseaux de collaboration présents au Québec aident au rapprochement des divers acteurs pour leur permettre de former des partenariats et s'aider mutuellement. Ceci étant généralement réalisé dans un contexte assez local, nous poserons :

- Proposition 1 : L'éloignement géographique des partenaires potentiels est un critère important lors de la prise de décision de collaborer si le partenaire peut être trouvé localement.

5.4.1.2 Objectifs des partenariats

Les Nanotechnologies sont décrites comme des technologies à usage général utilisées comme solutions à de nombreux défis industriels ou bien comme point de convergence avec beaucoup d'autres technologies (Freitas Jr, 2010; Hyungsub et al., 2009; Kautt et al., 2007; Linton et al., 2004). De plus elles sont considérées comme un moyen et non comme une fin. Elles ne sont donc pas destinées à engendrer des innovations de rupture par leur simple utilisation mais plutôt des améliorations incrémentales ou radicales par le biais de leur utilisation au sein d'autres produits.

La théorie des coûts de transactions (Coase, 1937 ; Williamson 1975, 1985) indique que les formes organisationnelles privilégiées dans le secteur des nanotechnologies seront les formes hybride et hiérarchique. Ces deux formes justifient la présence de nombreux partenariats pour atteindre leurs objectifs.

Les petites entreprises ont plutôt le rôle de développer de nouveaux procédés ou matériaux pour proposer des produits ou des services aux grandes entreprises déjà implantées (Avenel et al., 2007). Ce sont ces grandes firmes qui commercialiseront par la suite leurs produits contenant des nanotechnologies.

Peu d'entreprises possèdent les moyens suffisants pour mener des activités de recherche et de développement sur les nanotechnologies à l'interne. En effet, comme nous l'avons déjà mentionné, ce type de recherche requiert du matériel de pointe dispendieux et du personnel très qualifié tel que des doctorants. Nelson (1993) explique que les raisons qui poussent les entreprises à se regrouper dans les mêmes secteurs géographiques sont la proximité avec l'expertise de recherche, le support financier et la facilité d'obtenir de l'information.

Selon la classification des partenariats de Koza et Lewin (2000) nous avons conclu que les compagnies qui concentrent leurs efforts pour le développement de nanoproducts auront plutôt tendance à réaliser des partenariats de recherche ou "d'apprentissage" alors que les autres s'orienteront plutôt vers des stratégies de vente et d'amélioration de leur avantage compétitif en privilégiant les alliances "commerciales".

Nous pouvons distinguer deux grands types d'entreprises dans le monde des nanotechnologies : Les entreprises "plates-formes" qui fabriquent les nanoproducts en vue de les intégrer dans de nombreux secteurs industriels; et les entreprises "produits" qui n'appartiennent qu'à un seul type d'industrie. Ces dernières peuvent être axées sur un seul secteur industriel leur permettant d'identifier un panel défini de clients clés pour concentrer leurs efforts (Aymeric Sallin, 2007). De plus la notion de nano-intensité introduite par Mangematin et al. (2011) montre que l'implication d'une entreprise dans la recherche et le développement des nanotechnologies dépend de la taille de l'organisme et de la taille de sa base de données préexistante.

Enfin, la chaîne de valeur que nous avons décrit précédemment montre trois grandes phases dans l'intégration des nanotechnologies à l'industrie. D'après ce modèle, les entreprises qui fabriquent des nanotechnologies ou qui les transforment en vue de leur intégration sont confrontées à des défis technologiques importants et seront les premières consommatrices de la recherche fondamentale issue des universités. Ces entreprises situées en début de chaîne sont les entreprises "plate-forme" décrites par Aymeric Sallin, (2007).

Ces faits nous amènent à poser les propositions suivantes :

- Proposition 2a : Les petites et moyennes entreprises développent les nanotechnologies et transfèrent leurs connaissances aux grands groupes en vue de leurs commercialisation.
- Proposition 2b : Les entreprises en début de chaîne, c'est à dire qui fabriquent ou transforment des nanotechnologies, ont les activités de recherche et développement les plus actives dans le domaine des nanotechnologies.

5.4.1.3 Risques des partenariats

Chaque entreprise que nous avons étudiée possède un environnement propre à son industrie et à son activité. Les informations que le gestionnaire reçoit ne doivent pas être écartées du contexte dans lequel elles sont reçues. C'est pourquoi nous considérerons que la perception des risques d'un décideur dépend uniquement des caractéristiques et des paramètres relatifs à son environnement.

Si un gestionnaire décide de prendre la décision de collaborer c'est qu'il estime que sa compagnie tirera des bénéfices de cette nouvelle entente. Malheureusement ces décisions sont entourées par de nombreux risques comme nous l'avons vu au terme de la revue de littérature. (Barkema et al., 1997; Dussauge et al., 2000; Gomes-Casseres, 1987; Killing, 1983; Kogut, 1989; Park et Russo, 1996). Ces risques, même hypothétiques, sont à l'origine du débat autour de la décision elle-même. Et si ces risques sont jugés trop importants pour l'entreprise, la collaboration sera écartée. Nous considérerons donc que ces risques sont les obstacles directs à la décision de collaborer.

Nous chercherons donc à comprendre quels sont les éléments significatifs qui lient ces facteurs au monde des nanotechnologies. Ces facteurs peuvent donc être inhérents à l'entreprise ou complètement hors de son contrôle (comme des variables macro-économiques par exemple).

Dans la revue de littérature nous avons montré que les relation de partenariats sont des formes organisationnelles instables (Barkema et al., 1997; Dussauge et al., 2000; Gomes-Casseres, 1987; Killing, 1983; Kogut, 1989; Park et Russo, 1996). Ces stratégies comportent ainsi de nombreux risques parmi lesquels on distingue deux grandes catégories: le risque relationnel et le risque de performance (Das et Teng, 1996).

Le risque de performance est défini par Das et Teng (2001) comme la probabilité et ses conséquences que malgré une collaboration optimale des organismes, les objectifs communs ne soient pas atteints. Par ailleurs le risque de performance peut être d'origine commerciale si le produit n'obtient pas le succès souhaité, il peut être d'ordre technologique si l'innovation ciblée n'est pas atteinte ou encore financier en cas de non-récupération de l'investissement initial.

Les entrevues semblent montrer une chose importante : le risque principalement mis en évidence pendant les entretiens est celui de ne pas réussir à développer la technologie recherchée. C'est aussi celui qui est vu le premier par les gestionnaires. Au cours d'un partenariat ce risque peut-être la conséquence de plusieurs autres faits comme l'opportunisme d'un des acteurs ou encore des problèmes de communication entre les parties prenantes. Ces risques relationnels peuvent donc être à l'origine de la mauvaise performance technologique redoutée.

- Proposition 3 : Le risque de mauvaise performance technologique est prédominant pour les partenariats liés aux nanotechnologies.

5.5 Conclusion

Nous venons d'établir trois propositions que nous allons essayer de vérifier grâce à une analyse quantitative. Nous avons ainsi mené une enquête auprès des entreprises travaillant avec des nanotechnologies pour obtenir des données sur leurs caractéristiques, leur environnement et la perception des risques de leurs gestionnaires.

CHAPITRE 6 ENQUÊTE AUPRÈS DES ENTREPRISES QUI UTILISENT OU DÉVELOPPENT DES NANOTECHNOLOGIES

La méthode principale utilisée pour collecter des données afin de répondre à notre problématique et de vérifier notre modèle a été la rédaction et l'administration d'un questionnaire. En effet, un questionnaire permet de recueillir des informations quantifiables provenant directement des acteurs œuvrant avec les nanotechnologies.

6.1 Méthodologie de l'administration du questionnaire

6.1.1 Population visée

Toute la difficulté de cette enquête se situe dans le choix des personnes à interroger. En effet, les questions ont été rédigées pour être adressées à une personne qui possède des connaissances globales sur la gestion de l'entreprise à laquelle elle appartient. C'est donc plus particulièrement aux gestionnaires ou aux exécutifs des entreprises que celui-ci est adressé.

C'est également la principale raison pour laquelle le nombre de questions posées dans l'enquête devait être limité. L'objectif étant que les répondants puissent remplir l'enquête en une vingtaine de minutes.

6.1.2 Composition générale

De manière à garder un format commun et standardisé, nous nous sommes inspirés de certaines questions déjà rédigées par Statistique Canada dans les enquêtes sur l'innovation et les EUDB. Ainsi, nous avons pu optimiser certaines sections de notre questionnaire.

Le questionnaire a été pensé pour rendre son remplissage le plus rapide et efficace possible. Le but étant de faire perdre le moins de temps possible aux personnes qui acceptent d'y répondre.

C'est cette raison qui a conditionné le choix d'un questionnaire administré principalement en ligne par soucis d'efficacité, tant pour le point de vue du répondant que pour le traitement final des informations. Ce support donne un avantage certain de temps et de flexibilité. En effet, on peut rendre obligatoire la réponse à certaines questions. Dans les autres cas, si le répondant ne souhaite pas divulguer l'information ou simplement ne connaît pas la réponse, il peut alors passer à la question suivante.

Nous fournissons au tout début du formulaire quelques définitions essentielles au remplissage de ce dernier :

- Entreprise : Au terme « entreprise » correspond l'entité juridique à laquelle appartiennent toutes les unités commerciales.
- Partenariat et alliance : Les partenariats et les alliances désignent la participation active de l'organisme dans des projets dans le but d'atteindre des objectifs communs. La sous-traitance n'est cependant pas considérée comme un partenariat dans notre contexte.
- Partenaire : Le partenaire est l'entité ou l'organisme qui participe à un partenariat ou une alliance avec votre entreprise.

La définition du terme « entreprise » a été repris des enquêtes précédemment réalisées par Statistique Canada alors que les définitions de « partenariat » et « partenaires » sont le fruit de notre revue de littérature.

Le questionnaire est composé de plusieurs parties :

- L'introduction rappelle aux répondants les principales définitions et le contexte dans lequel la recherche est effectuée.
- La désignation du répondant où, certaines informations telles que le nom et l'entreprise sont demandées de manière à pouvoir effectuer un suivi avec le répondant le cas échéant. Ces informations ne seront en aucun cas utilisées en dehors de ce contexte et ne seront jamais publiées.
- Le corps du questionnaire divisé et structuré selon plusieurs sections afin d'organiser les idées. Ces sections seront expliquées plus en détail dans le paragraphe suivant.

- Une dernière section permettant de remercier les répondants et de récolter leurs éventuels commentaires relatifs au questionnaire ou au contexte général du questionnaire.

6.1.3 Validation du questionnaire

Le questionnaire a été validé à la suite d'une entrevue téléphonique semi-dirigée avec l'un des répondants. Cette entrevue a permis de comprendre quelles étaient les questions trop complexes et trop difficiles à répondre pour des personnes qui n'ont pas forcément beaucoup de temps à consacrer à ces enquêtes.

Le vocabulaire utilisé au sein même du questionnaire a été précisé dans certains cas et plusieurs questions ont été simplifiées et rendues facultatives, notamment concernant les renseignements de types financiers qui sont difficiles d'accès.

Par la suite, ce même questionnaire a été revu par un statisticien, Mr Carl St-Pierre, afin de s'assurer que les questions posées et la manière dont elles ont été posées est cohérente avec l'analyse statistique qui sera faite par la suite.

6.1.4 Conformité éthique de la démarche

Avant d'être administré, le questionnaire a été approuvé par le comité d'éthique de la recherche de l'École Polytechnique de Montréal. Ce même comité a délivré un certificat d'éthique pour la tenue de cette enquête avec des sujets humains. Le questionnaire ainsi que sa version électronique est systématiquement accompagné d'une page d'information ainsi que d'un formulaire de consentement attestant de la confidentialité des informations recueillis. Ce formulaire doit absolument être approuvé (signé pour la version papier ou accepté pour la version électronique) pour rendre valide les réponses obtenues.

6.1.5 Administration du questionnaire

Le questionnaire a été administré par voie électronique en utilisant la plate-forme *LimeSurvey*. Ce procédé a été choisi pour tenir compte du peu de temps dont disposent les répondants pour remplir un tel sondage.

De plus, à partir d'un certain statut, tous les employés d'une entreprise sont joignables par l'intermédiaire de messagerie électronique. Ainsi, la simplicité qu'offre la possibilité de joindre un lien internet à un courriel est largement préférée.

Les répondants ont été sollicités d'abord par voie électronique. La démarche consistait à trouver la personne ressource au sein de l'entreprise capable de répondre au questionnaire. N'étant pas toujours facile de trouver la bonne personne du premier coup, il était aussi important d'effectuer un suivi par téléphone des messages électroniques envoyés.

6.2 Variables de l'étude

Les variables dépendantes que nous allons identifier permettront de caractériser l'environnement des entreprises de nanotechnologies et de répondre à la question de recherche.

Dans ces variables nous utiliserons dans un premier temps celles qui caractérisent les partenariats en terme de quantité et de qualité. Puis dans un deuxième temps nous mettrons l'accent sur les risques qui leur sont associés. Nous porterons une attention toute particulière à la perception de ces risques et aux critères de décision d'un partenariat.

Nous séparerons les risques liés aux partenariats en 7 types :

- Le risque d'opportunisme : lorsque le partenaire fait preuve de comportement opportuniste. Il en résulte de la malhonnêteté, des mensonges, etc. Il peut également se traduire par une fuite de connaissances.
- Le risque d'appropriation unilatérale des ressources ou des compétences : lorsque le partenaire tente de s'approprier les avantages du partenariat au dépend des autres.
- Le risque de conflits : lorsqu'une mésentente apparaît entre deux partenaires.
- Le risque de mauvaise performance commerciale : qui traduit le risque de ne pas rencontrer les objectifs de ventes visées par le partenariat.
- Le risque de mauvaise performance technologique : qui traduit le risque de ne pas réussir à acquérir la technologie désirée par l'intermédiaire du partenariat.

- Le risque de mauvaise performance financière : lorsque le partenariat influe négativement sur les résultats financier de l'entreprise.
- Le risque de rachat ou de fusion : lorsque le partenaire souhaite acquérir l'entreprise de manière hostile.

Pour expliquer ces variables nous allons utiliser de nombreux paramètres propres à notre échantillon d'étude. Ces paramètres sont principalement des variables liées à la situation de l'entreprise et à ses activités. Parmi celles-ci nous utiliserons :

- Les variables situationnelles telles que l'âge de l'entreprise, les domaines d'activités, la cotation en bourse, le nombre de propriété intellectuelle détenue, les dépenses et les revenus liés aux nanotechnologies et la proximité avec d'autres organismes ayant des activités similaire.
- Les variables donnant des informations sur les partenariats déjà réalisés et les préférences futurs. On retrouve ici les objectifs des partenariats déjà réalisés, le nombre et le type des entités partenaires.
- Les données concernant la recherche et le développement en général et liées aux nanotechnologies.
- Les différents types de financements

Les résultats seront étudiés en remettant dans leur contexte chacune des réponses obtenues. Nous utiliserons pour cela une variable permettant de positionner les entreprises au sein de la chaîne de valeur des nanotechnologies. En effet, la position dans la chaîne de valeur influe sur les activités des entreprises et donc de nombreux paramètres de l'étude, comme la perception des risques, peuvent être influencés.

6.3 Rédaction du questionnaire

Nous avons divisé l'enquête en plusieurs parties afin de garder une cohérence dans l'analyse des réponses. Nous avons décrit chacune de ses sections dans les paragraphes suivants. Le questionnaire lui-même est situé en annexe de ce rapport.

Nous avons également respecté les points suivant lors de la rédaction de ce dernier :

- Éviter de réaliser un questionnaire trop long afin d'augmenter le taux de réponse.
- Le document final devra avoir une mise en forme synthétique et très rapide à lire pour faciliter les réponses.
- Le support de communication utilisé devra être simple et permettre au répondant d'engager peu de moyens pour participer à l'enquête. Nous privilégierons donc le format électronique pour satisfaire à ce besoin.
- Le questionnaire devra commencer par une brève page de présentation du sujet de l'enquête, de son contexte et permettra de rappeler les définitions importantes pour éviter toute confusion lors de la lecture. Celle-ci rappellera également les conditions de confidentialité de l'enquête pour satisfaire aux besoins éthiques d'une telle procédure.
- L'enquête se terminera par une page invitant les répondants à formuler des commentaires ou des questions.

Section 1 : Statut du répondant

Cette section concerne toutes les informations personnelles relatives aux gestionnaires interrogés et à leur statut dans l'entreprise. Ces informations ne seront pas divulguées mais ont été demandées afin de mieux traiter l'information et de pouvoir remercier les gens qui ont pris le temps de répondre au questionnaire.

Section 2 : Renseignements généraux

Dans un premier temps, il est important de comprendre quelle est l'entreprise que le répondant représente et quelles sont ses activités. C'est pourquoi les questions de cette section permettent d'identifier les points suivants :

- Type et secteurs d'activité de l'entreprise
- Lien avec les nanotechnologies
- Age de l'entreprise
- Type d'entreprise et renseignement sur ces origines
- Taille de l'entreprise en terme de nombre d'employés

Ces informations propres à chacun des répondants permettront de mieux caractériser l'échantillon de réponse et de les remettre dans leur contexte.

Section 3 : Activités de l'entreprise

Cette section a pour but de regrouper les informations concernant les activités de l'entreprises. Elles concernent le nombre d'outils de propriété intellectuelle que ce soit de manière globale ou plus particulièrement en relation avec les nanotechnologies. On s'intéressera aussi aux dépenses de recherche et développement liées aux nanotechnologies ainsi qu'à la géographie du marché ciblé par la compagnie.

Section 4 : Situation financière

Les variables de cette partie cherchent à situer l'entreprise par rapport à son chiffre d'affaire dans un premier temps, puis de comprendre si celle-ci possède des revenus spécifiques issus des nanotechnologies. Enfin une partie est réservée aux financements de l'entreprise où nous demandons des informations relatives au type et à la provenance géographique des principales sources de financement.

Section 5 : Réseaux de partenariats

Seules trois questions composent cette partie. Nous nous intéressons aux réseaux facilitant la mise en place de partenariats. Il y a donc une question relative à la proximité géographique d'autres entreprises ou institutions ayant des activités similaires à celle du répondant. Puis nous cherchons à savoir si l'entreprise fait partie de réseaux ou d'associations sectorielles pour ensuite connaître son avis sur ces réseaux et comprendre s'ils sont suffisamment actifs dans la coordination et le maillage entre les divers acteurs de chaque domaine d'activité.

Section 6 : Antécédents de partenariats

Cette section permet de regrouper les caractéristiques des partenariats déjà réalisés par les entreprises interrogées. Les informations demandées ici sont les suivantes :

- Nombre de partenariats réalisés par le passé et type d'organismes partenaires.
- Préférences de partenariats avec les différents types d'organismes : privés, publics ou les universités.
- Objectifs des partenariats et raisons qui ont poussés à les mettre en place.
- Situation géographique des partenaires.

Nous y avons également inclus une question plutôt subjective par rapport au niveau de satisfaction vis à vis de la quantité de partenariats actuellement entretenus par l'entreprise. A savoir si le gestionnaire considère que son entreprise devrait être plus active dans la recherche de partenaires.

Section 7 : Projets de partenariats

Après avoir fait un état de lieux des partenariats actuels de l'entreprise, nous souhaitons en savoir plus sur les intentions futures de celle-ci. Surtout concernant ses envies et ses préférences de partenaires et les raisons de ces préférences.

Les informations demandées concernent :

- L'investissement de l'entreprise dans les réseaux de collaboration et notamment vis à vis des activités de NanoQuébec.
- Les intentions de création de nouveaux partenariats en fonction du type de partenaire.
- Les objectifs qui à l'avenir pourraient pousser l'entreprise à envisager de réaliser un partenariat.
- Le degré de satisfaction général vis à vis des partenariats.

Section 8 : Perception des risques

Cette partie va permettre d'identifier les risques que le gestionnaire perçoit. Il devra dans un premier temps noter chacun des risques que nous avons identifié précédemment. Cette note doit être située entre 1 et 7 mais le répondant n'aura pas la possibilité de choisir la note 4 comme réponse car celle-ci est considérée comme neutre.

Ces notes seront très utiles pour quantifier l'importance accordée aux risques des partenariats. En conservant la même échelle de notation, le gestionnaire devra par la suite indiquer son degré d'accord avec chacune des sept phrases suivantes :

- “Nous avons réussi à former un partenariat à chaque fois que nous le souhaitions”
- “L'établissement d'un partenariat occupe une grande partie des ressources de votre entreprise”
- “Les relations avec les partenaires sont généralement peu flexibles”
- “La rupture d'un partenariat est une issue envisageable”
- “La rupture d'un partenariat aurait de graves conséquences pour votre organisation”

- “Le recours aux partenariats est un moyen d’atteindre les objectifs stratégiques de votre entreprise”
- “Un partenariat est synonyme de risques pour mon entreprise”

La note 1 suggère alors que le répondant n’est pas du tout d’accord avec la phrase alors que la note 7 indique que celui-ci l’approuve totalement.

Section 9 : Décision de collaborer

Enfin la dernière section essaie de mettre en évidence les critères auxquels le gestionnaire porte son attention lorsque celui-ci doit décider ou non de mettre en place un partenariat. Nous cherchons donc ici à caractériser la décision que le répondant doit prendre en fonction des informations dont il dispose.

Le même principe de notation que les deux questions précédente a été gardé. Le gestionnaire devra noter chacun des items suivants en fonction de l’importance qu’il y accorde lorsque vient le moment de prendre une décision :

- La proximité géographique
- La similarité des caractéristiques : en terme de taille, rentabilité, culture,...
- La réputation: on parle ici de réputation en terme de performance et de compétences relationnelles.
- La motivation
- La concordance des objectifs et des stratégies
- La confiance préexistante

Nous espérons tirer des réponses de cette section des informations pertinentes quant à la sélection d’un partenaire.

6.4 Résultats de l'enquête

Le questionnaire a été envoyé à 60 entreprises au Québec. Ces entreprises ont été identifiées préalablement comme des acteurs ayant des activités recherche et développement dans les nanotechnologies ou encore parce qu'elles en utilisent dans leurs produits. Les moyens mis en œuvre pour identifier ces organismes ont été : le réseautage, l'apparition aux conférences portant sur les nanotechnologies, les partenaires connus de projets de recherche liés aux nanotechnologies, les entreprises qui suivent les réseaux de collaborations comme celui de NanoQuébec, etc. Les personnes visées pour répondre au questionnaire sont des gestionnaires et des managers ayant un rôle actif dans les prises de décisions au sein de leur entreprise.

Parmi ces 60 entreprises, 14 ont répondu au questionnaire dont une entreprise Suisse n'ayant aucune activité au Québec. Nous avons exclu cette dernière des analyses pour nous concentrer uniquement sur les réponses des entreprises ayant des activités au Québec. Ceci nous amène donc à un total de 13 répondants soit un taux de réponse de 21%. Ce taux de réponse est très satisfaisant compte tenu de la taille de l'échantillon initial et de la population visée mais il reste tout de même faible pour réaliser des études statistiques poussées. Nous considérerons par ailleurs que cet échantillon est représentatif des entreprises de nanotechnologies du Québec car il prend en compte des répondants issus de secteurs de marché variés et ayant des liens différents avec les nanotechnologies (R&D, utilisation ou production). Nous analyserons donc ces réponses avec des statistiques descriptives et quelques tests de corrélations non-paramétriques (test du rho de Spearman).

Il est évident que beaucoup plus de 60 entreprises utilisent des nanotechnologies dans leurs produits ou leurs procédés au Québec mais beaucoup d'entre elles ignorent qu'elles travaillent avec des produits intégrant des nanomatériaux et ne sont pas actives dans leur recherche. Il nous faut donc cibler celles qui en sont conscientes, c'est-à-dire celles qui les fabriquent ou celles qui sont impliquées dans les processus de recherche et de développement de ces technologies.

Le tableau 7-1 suivant est un récapitulatif des renseignements généraux. Ces résultats nous aideront à analyser plus en détail les réponses des entreprises en fonctions des paramètres relatifs à leurs activités. Les questions dont les réponses possibles sont “oui” ou “non” sont codés en binaire avec le chiffre 1 pour une réponse positive et le chiffre 0 pour une réponse négative. Aussi les entreprises 1 et 5 sont classées dans un sous-groupe “Utilisations des nanotechnologies” (couleur bleu dans le tableau) alors que les entreprises 6, 11 et 13 sont classées dans le sous-groupe “Fabrication des nanotechnologies” (en vert dans le tableau). Le détail de la sélection de ces sous-groupes est expliqué dans la partie 6.5 de ce chapitre.

Les réponses vides indiquent que le répondant n’a pas souhaité répondre à la question.

Tableau 6-1: Données descriptives de l'échantillon

			Numéro de l'entreprise répondante												
ID variable	Description variable		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
QRG2_A	Domaine d'activité en R&D:	- Aérospatial et défense	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0
QRG2_B		- Automobile	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
QRG2_C		- Energie	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
QRG2_D		- Matériaux de pointe	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1
QRG2_E		- Produits chimiques	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
QRG2_F		- Produits de consommation	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
QRG2_G		- Santé	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
QRG2_H		- Technologie de fab	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0
QRG2_I		- TI	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
QRG3_A	Domaine de vente de produits ou de services	- Aérospatial et défense	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0
QRG3_B		- Automobile	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
QRG3_C		- Energie	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1
QRG3_D		- Matériaux de pointe	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1
QRG3_E		- Produits chimiques	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
QRG3_F		- Produits de consommation	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
QRG3_G		- Santé	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
QRG3_H		- Technologie de fab	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0
QRG3_I		- TI	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
QRG4_A	Lien entre l'entreprise et les nanotechnologies dans ce secteur:	- R&D	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
QRG4_B		- Utilisation	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0
QRG4_C		- Production / Fabrication	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1
QRG8	Nombre d'employés	Total	103	33	900	430	16	75	10500	1000	580		28	200	6
QAE1	Nombre d'outils de propriété intellectuelle détenus au total		15	24	1	0	0	10	1000	100	400	5	25	60	2
QAE2	Nombre d'outils de propriété intellectuelle reliés aux nanotechnologies		2	24	0	0	0	7	20	3	30	0	12	5	2
QAE3	Dépenses en R&D liées à la nanotechnologie		1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1
QAE3.1	Pourcentage des dépenses en R&D en nanotechnologie par rapport au chiffre d'affaires		0,2		1	0,2			1	1	10		20	4	80
QAP1.1	Nombre de partenariats	- avec des universités	4	4	1	7	0		250	1	40	5	3	2	2
QAP1.2		- avec des organismes publiques	2	4	1	1	0		80	1	10	3	1	0	0
QAP1.3		- avec des organismes privés	2	18	1	2	0		50	5	300	2	1	0	0
QAP1		- total	8	26	3	10	0		380	7	350	10	5	2	2

6.4.1 Renseignements généraux sur les entreprises ayant répondu

Pour mieux comprendre les réponses de cet échantillon nous allons dans un premier temps réaliser une analyse descriptive. Cette section a donc pour but de comprendre quelles sont les entreprises qui ont répondu au questionnaire et quelles sont leurs activités.

Nous devons garder ces résultats en mémoire et les mettre en perspective pour mieux analyser les réponses plus techniques concernant notamment la perception des risques des partenariats.

La figure 6-1 ci-dessous représente la répartition des activités de recherche et développement ainsi que de vente de produits ou de services par secteur de marché.

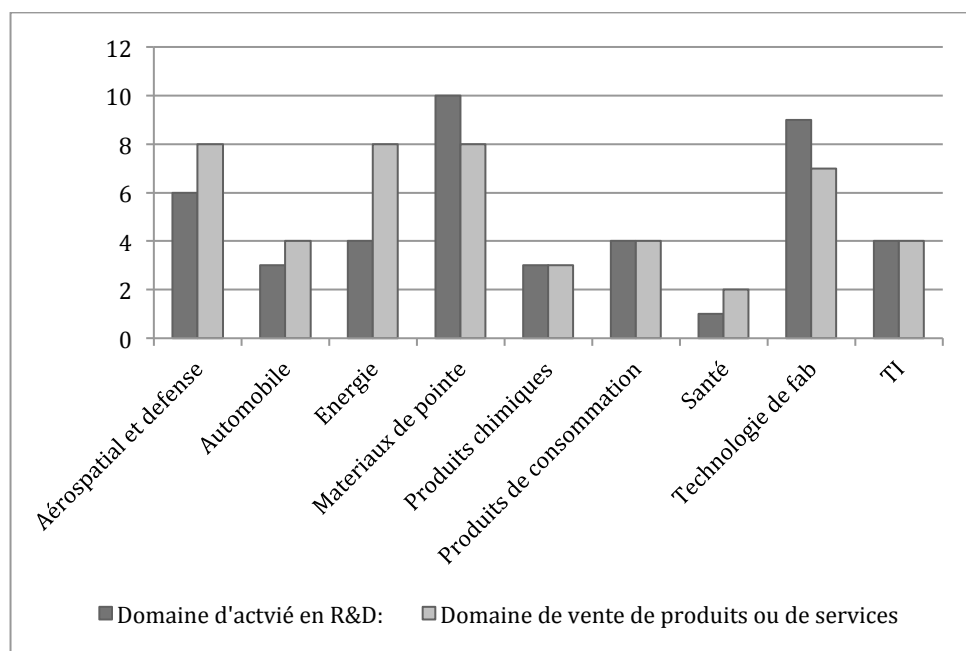


Figure 6-1: Domaines d'activité des répondants

On remarque ici que 70% des répondants sont actifs dans le secteur des matériaux de pointe autant pour la recherche et le développement que pour la vente de produits. Cette

observation semble s'accorder parfaitement avec le fait que ces entreprises ont toutes un lien avec les nanotechnologies, ce pourquoi nous les avons ciblées en premier lieu. Le deuxième secteur d'activité le plus important est celui des technologies de fabrication suivi ensuite par le domaine aérospatial. Ce dernier représente un gros pôle au Québec ce qui ne surprend donc pas.

La figure 6-2 suivante montre la répartition des liens entre chaque entreprise et les nanotechnologies. Les répondants avaient le choix entre trois possibilités : La recherche et développement, l'utilisation et la production de nanotechnologies. Une entreprise pouvait sélectionner plusieurs réponses en fonction de ses activités.

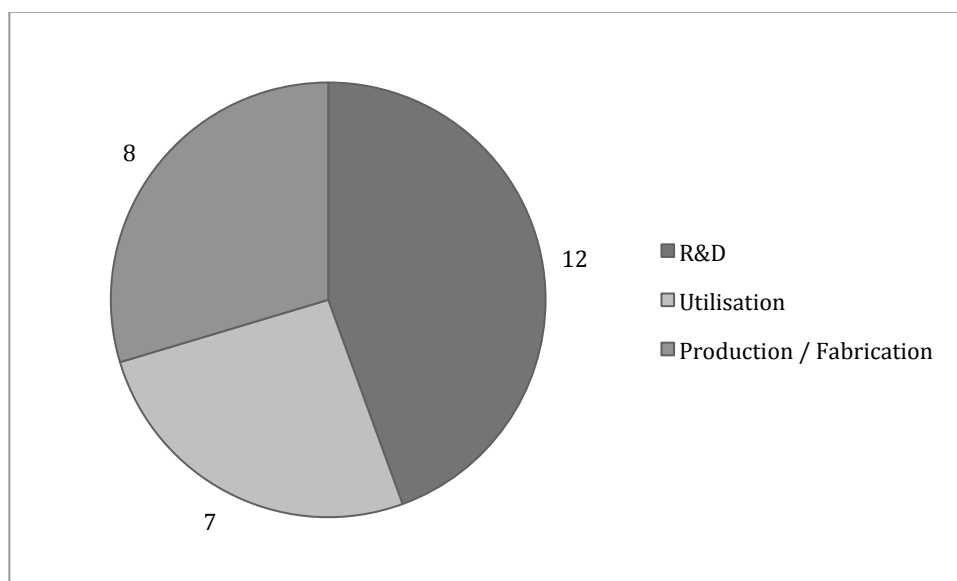


Figure 6-2: Lien entre l'entreprise et les nanotechnologies

On remarque que presque toutes les entreprises font de la recherche et développement dans les nanotechnologies. C'est aussi le lien le plus évident qui a permis de les identifier au premier abord. On observe une répartition plutôt équivalente entre l'utilisation et la production de ces nanotechnologies. Le tableau 6-2 suivant montre le détail de cette répartition pour chacune des entreprises ayant répondu au questionnaire :

		Entreprises répondantes											
		1	5	6	11	13	3	4	9	12	7	8	10
Lien avec les nanotechnologies	R&D	Oui		Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
	Utilisation	Oui	Oui				Oui	Oui	Oui	Oui			
	Production / Fabrication			Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui			
Groupes:		groupe utilisation		Groupe Production			Tout				Uniquement R&D		

Tableau 6-2: Détail des activités en lien avec les nanotechnologies

6.4.2 Activités de l'entreprise

Pour compléter le tableau que nous avons fourni précédemment, le tableau 6-3 donne des précisions cas par cas des réponses aux questions spécifiques portées sur les revenus et les sources de financements des répondants. Nous allons analyser ces réponses dans la suite de cette section.

Tableau 6-3: Complément de données sur les activités des répondants

ID	Description variable	Numéro de l'entreprise répondante													Statistiques				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	N	Min	Max	Moyenne	Ecart type
QSF2	Revenus spécifiques issus de produits / procédés de nanotechnologie	0	0	1	1	0				1			0	1	8	0	1	0,500	0,535
QSF2.1	Estimation du pourcentage des revenus spécifiques issus de produits / procédés de nanotechnologie par rapport au chiffre d'affaire			0,1	1					5				70	4	0,1	70	19,025	34,050
QSF4_A	Sources de financements:	- Capital de risque	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	12	0	1	0,083	0,289
QSF4_B		- Capital privé	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	12	0	1	0,417	0,515
QSF4_C		- Subventions gouvernementale	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	12	0	1	0,667	0,492
QSF4_D		- Prêts	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0,000	0,000
QSF4_E		- Marché boursier	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	1	0,083	0,289
QSF4_F		- Fusion	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	1	0,083	0,289
QSF4_G		- Partenariats / Alliances	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	12	0	1	0,333	0,492
QSF4_H		- Anges financiers / famille	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0,000	0,000
QRP1	Proximité géographique d'organismes ayant des activités similaires	7	7	6	3	5		1	2	3	7	4	5	7	12	1	7	4,750	2,137

Dans la partie statistique du tableau sont représentés :

- N : le nombre de réponses obtenues pour la question.
- Min : le coefficient minimal parmi les réponses de tous les répondants.
- Max : le coefficient maximal parmi les réponses de tous les répondants.
- Moyenne : la moyenne des coefficients associés à chacune des réponses.
- Écart type : l'écart type calculé pour chaque question.

Toujours grâce aux statistiques descriptives, regardons maintenant la proportion que prend la R&D en nanotechnologie en terme de propriété intellectuelle.

La figure 6-3 établit une répartition de la propriété intellectuelle détenue sous deux groupes : le nombre total d'outils de propriété intellectuelle détenue ainsi que la part de propriété intellectuelle liée aux nanotechnologies.

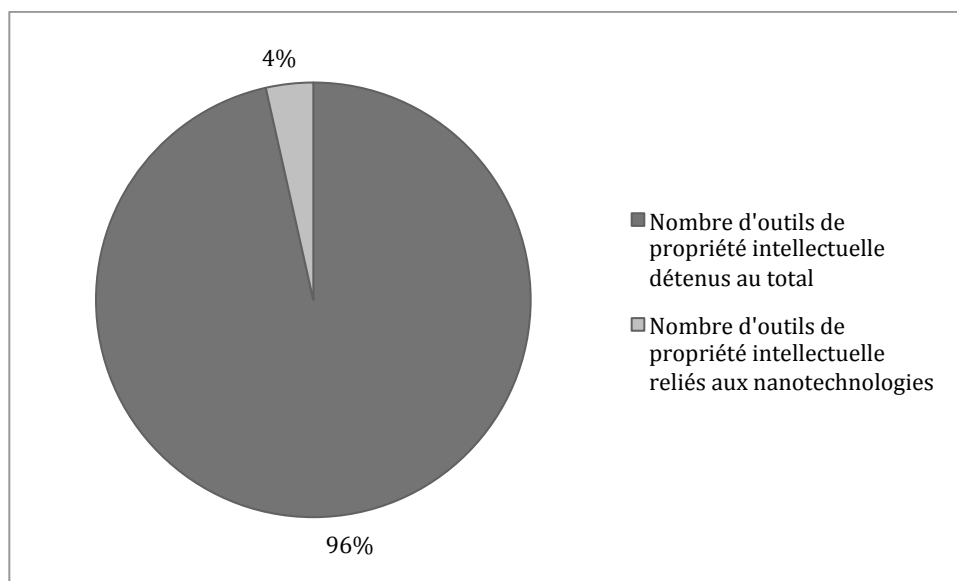


Figure 6-3: Répartition de la propriété intellectuelle détenue

Les résultats montrent que les nanotechnologies ne représentent qu'une très petite partie de la propriété intellectuelle des entreprises. Cette part est assez faible mais il faut garder en tête que lorsqu'on parle de nanotechnologie, on parle de matériaux de pointe et de lourds investissements. Aussi les nanotechnologies restent un moyen et non une fin pour une entreprise donc la propriété intellectuelle d'une compagnie reste principalement axée sur les autres produits qui sont déjà intégrés ou non. Une entreprise ne vendra pas forcément beaucoup de nanotechnologie mais elle peut les intégrer à un grand nombre de ses produits et ce sont ces produits qui seront soumis à un plus grand nombre d'outils de protection de la propriété intellectuelle. En effet, un seul nano-produit peut avoir des multitudes d'applications.

Si on regarde les réponses de plus près, on remarque que l'entreprise 2 possède 100% (24 sur 24) de ses outils de propriété intellectuelle associés aux nanotechnologies pour seulement 33 employés. C'est donc une petite entreprise dont les activités sont sûrement basées exclusivement sur les nanotechnologies. Alors que l'entreprise 7 n'en a que 2% (20 sur 1000) pour 10500

employés. Dans ce cas, cette entreprise est de grande taille et cherche plutôt à diversifier ses activités et à profiter des nanotechnologies pour améliorer des produits qu'elle fabrique déjà.

Pour aller plus loin dans cette observation nous pouvons aussi regarder la proportion d'entreprises qui disposent de revenus spécifiques liés aux nanotechnologies. C'est l'objet de la figure 6-4 ci-après.

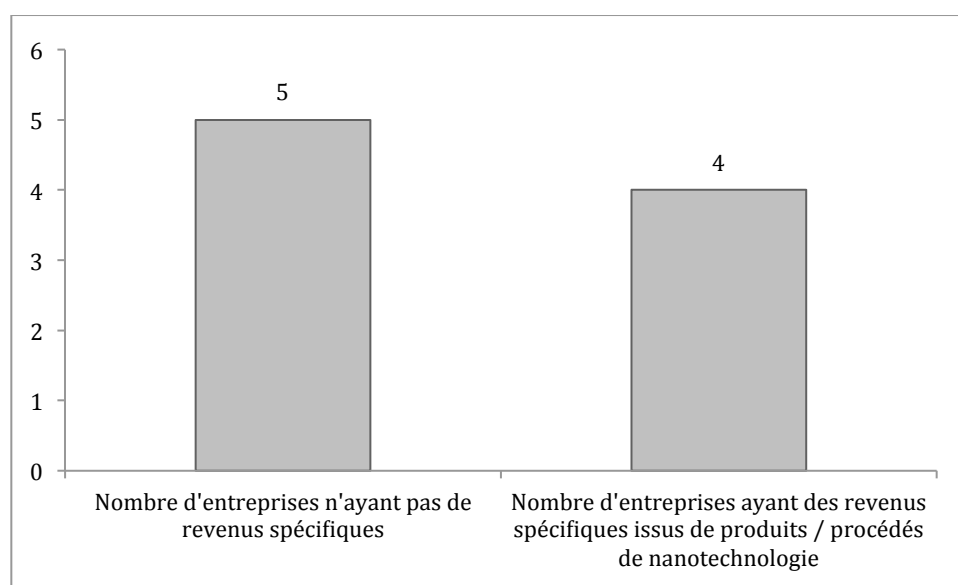


Figure 6-4: Revenus des nanotechnologies

À cette question facultative, seules 9 entreprises ont accepté de répondre. Les autres n'ont pas souhaité donner cette information ou peut-être même que les répondants en ignoraient la réponse.

Sur les 9 répondants, quatre possèdent des revenus spécifiques liés aux nanotechnologies. Ce sont les entreprises 3, 4, 9 et 13. En regardant ces résultats de plus près, on observe que les entreprises ayant de tels revenus œuvrent principalement dans les secteurs des matériaux de pointe, de l'aérospatial et de l'énergie. Le détail de ces revenus n'est pas précisé mais les quatre entreprises qui ont déclaré avoir de tels revenus ont toutes des activités de fabrication de nanotechnologies. Ces revenus pourraient donc être issus de leurs ventes de nanoproduits.

Sur la figure 6-5 ci-dessous ont été représentées les différentes zones géographiques où les entreprises offrent des produits ou des services.

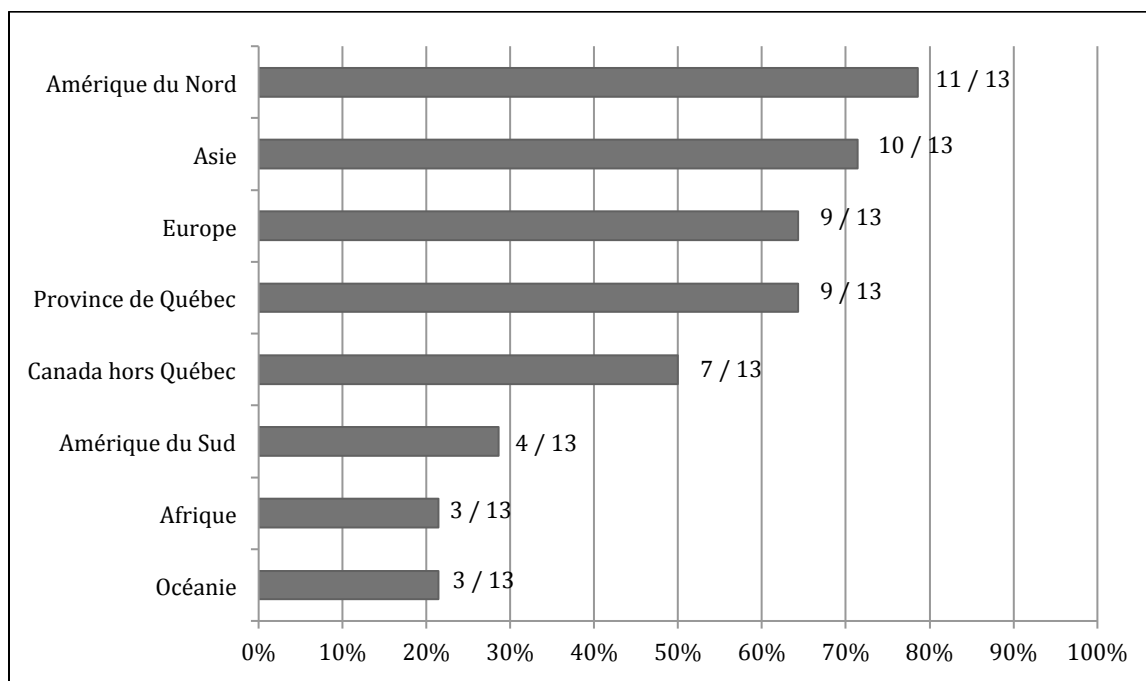


Figure 6-5: Zones géographiques du marché cible

Ces résultats sont réalisés sur un échantillon total de 13 réponses qui est représenté par la valeur 100% dans cette représentation. C'est donc 11 entreprises sur les 13 qui cherchent à profiter du marché en Amérique du Nord contre seulement 9 pour le Québec. Ces entreprises qui ciblent leur marché en dehors du Québec et du Canada représentent donc un manque à gagner. En revanche notre étude ne permet pas de mettre en évidence les raisons qui les poussent à ne pas proposer leurs produits ou leurs services au Québec ou même au Canada.

Pourtant la figure 6-6 montre que 70% des entreprises obtiennent des financements provenant de la province de Québec. Ce sont ensuite l'Amérique du Nord, et donc notamment les États-Unis, le Canada ainsi que l'Europe qui sont bénéficiaires du financement de ces entreprises de haute technologie.

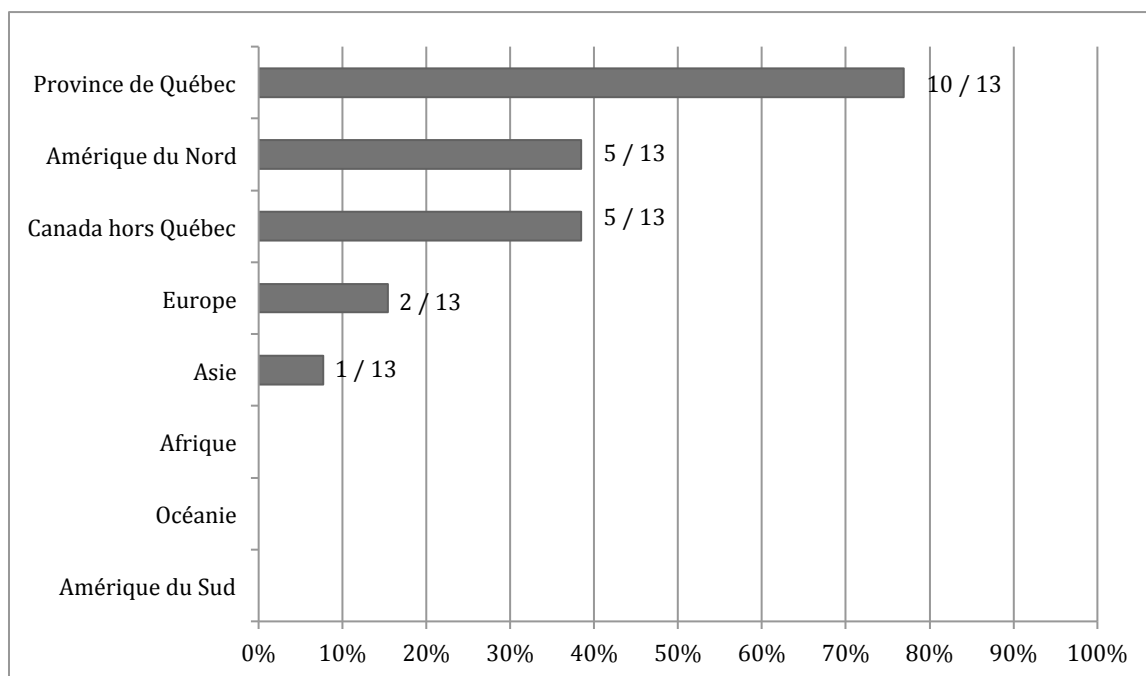


Figure 6-6: Provenances géographiques des sources de financement

Cette figure met en avant la participation active du Québec dans le financement de ces entreprises. Les résultats ne sont pas surprenants puisque les entreprises répondantes ont toutes des activités au Québec. Cependant le tableau 6-4 suivant montre le détail des réponses des 4 entreprises qui ne visent pas le Québec dans leur marché cible :

Tableau 6-4: Comparaison entre source de financement et marché cible

		Entreprise 1	Entreprise 4	Entreprise 6	Entreprise 12
Financements provenant du Québec		Oui	Oui	Oui	Oui
Marché ciblé	Québec	Non	Non	Non	Non
	Canada hors Québec	Non	Non	Non	Non
	Amérique du Nord	Oui	Oui	Non	Oui

Ce tableau montre que ces entreprises qui ont des activités au Québec, sont financées par le Québec mais ne vendront pas leurs produits dans la province ni au Canada. Ce genre de situation est un manque à gagner pour le Québec en terme de retombées économiques.

Il serait intéressant de regarder maintenant quels sont les types de financement que ces compagnies obtiennent pour développer leurs activités : sur la figure 6-7 on remarque que les subventions gouvernementales sont les sources principales de financement. En effet, comme nous l'avons déjà souligné, la recherche et le développement sont des activités très importantes pour ce type d'industrie. Nous avons mis en évidence dans les parties précédentes que les subventions aident principalement les projets de recherche et les coopérations entre les entreprises et les universités. Pour les autres types de financement on remarque que les fonds issus des investisseurs privés et des partenariats eux-mêmes sont aussi très importants. Les partenariats ont donc un double rôle dans ce tableau, ils permettent non seulement de partager des compétences mais aussi de partager les investissements.

Nous chercherons à savoir dans la suite si les entreprises préfèrent réaliser des partenariats parce qu'elles peuvent partager les coûts d'investissement ou bien plutôt parce qu'elles recherchent à mettre en commun leur expertise pour développer des produits.

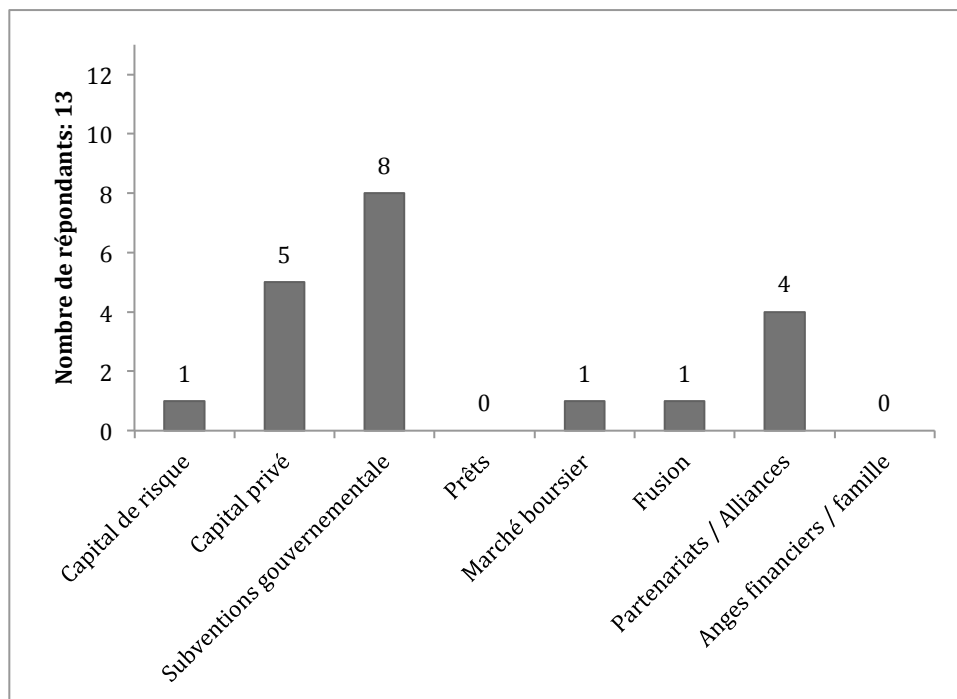


Figure 6-7: Sources de financement

La proximité géographique des acteurs est également un point important dans l'étude : le tableau 6-5 suivant montre qu'il n'y a pas vraiment de proximité particulière entre les entreprises qui ont les mêmes activités. L'écart type de 2,1 révèle très clairement que les réponses sont assez partagées et donc qu'une activité en rapport avec les nanotechnologies n'est pas forcément une raison pour se rapprocher géographiquement d'autres industries œuvrant dans le même domaine. Pour cette question les répondants pouvaient noter de 1 à 7 l'assertion suivante : "Mon entreprise est proche géographiquement d'organismes ayant des activités similaires".

Tableau 6-5: Proximité géographique d'organismes ayant des activités similaires

Nombre de répondants	Réponse Minimum	Réponse Max	Moyenne	Écart type
13	1	7	4,61	2,10

Cependant on notera que les entreprises ayant des activités dans le secteur des produits chimiques ont répondu à 100% qu'elles étaient proches d'organismes ayant des activités similaires avec la note maximale : 7.

6.4.3 Relations de Partenariat

Regardons maintenant de plus près les relations de partenariat et leurs caractéristiques. Nous allons essayer de comprendre quels sont les types de partenariats préférés de ces entreprises et les raisons qui poussent à les réaliser.

La figure 6-8 ci-contre montre que sur un total de 803 partenariats dénombrés dans le questionnaire, 319 (environ 40%) ont été réalisés avec des universités, 103 (13 %) avec des organismes publics et 381 (47%) avec des organismes privés.

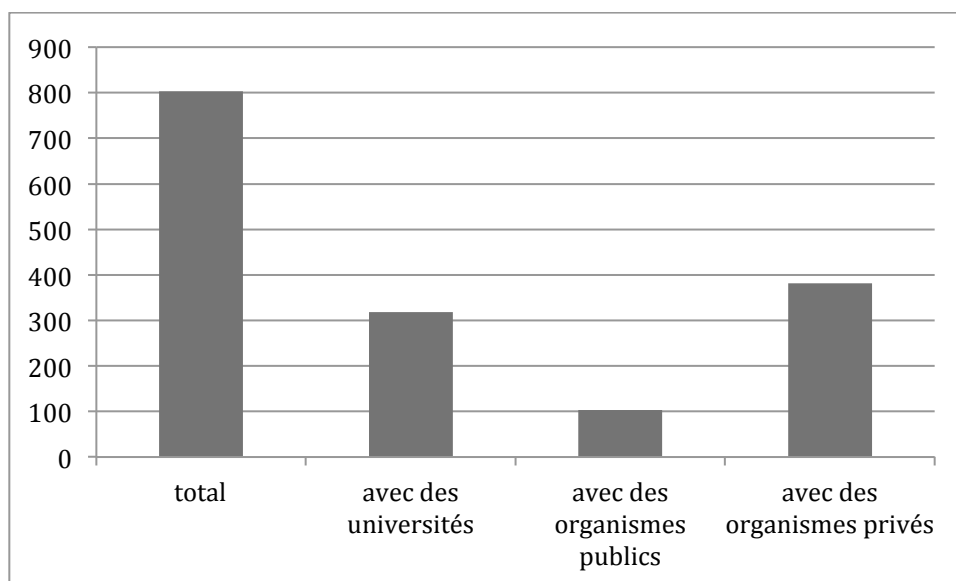


Figure 6-8: Nombre de partenariats

Même dans ce milieu où la propriété intellectuelle reste un sujet sensible, il semble que les entreprises aient une légère préférence pour coopérer entre-elles. (Malheureusement nous n’observons pas de corrélation directe entre cette variable et le type d’activité en nanotechnologie de l’entreprise.) Suivent ensuite les universités avec lesquelles les partenariats orientés recherche et développement sont les plus importants. Ces partenariats sont également un excellent moyen de réaliser un transfert de connaissances des universités vers le secteur privé tout en formant les étudiants au milieu professionnel pour une éventuelle embauche ultérieure. Cette observation a été discutée et confirmée lors de rencontres avec des personnes travaillant au placement de stagiaires universitaires dans les entreprises.

La figure suivante montre un résultat surprenant. Celle-ci représente les préférences des entreprises en termes de type de collaborateur. Les résultats semblent indiquer une légère préférence pour les organismes privés et les organismes publics aux universités même si les organismes publics ne représentent que 13% du nombre de partenariats total réalisés.

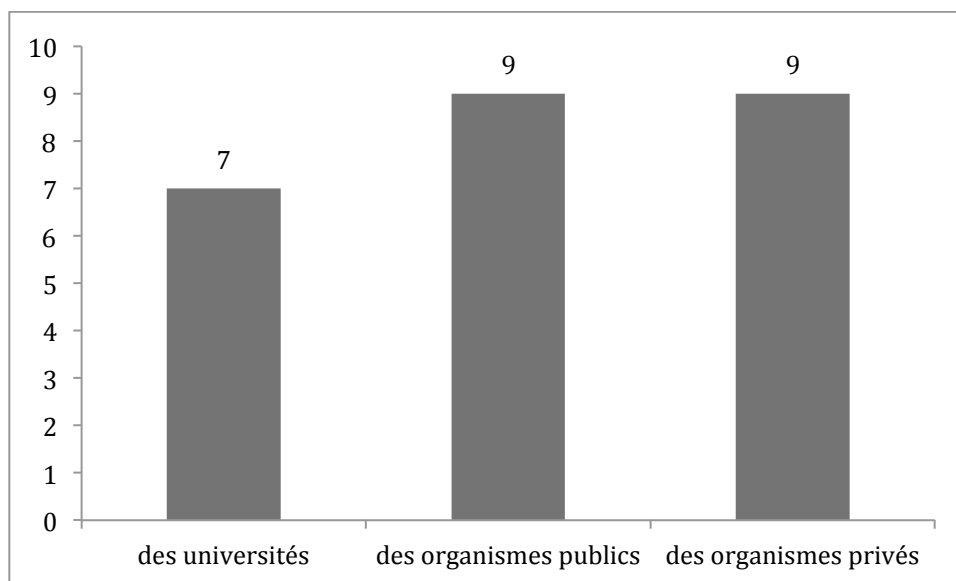


Figure 6-9: Préférences de partenariats

Ainsi les partenariats avec les organismes publics sont globalement moins fréquents que les autres, mais restent ceux que les entreprises préfèrent. Si elles en avaient la possibilité, il

semblerait que les entreprises travaillant avec les nanotechnologies essaieraient d'effectuer plus de partenariats avec des organismes publics.

Nous allons maintenant nous intéresser aux raisons qui poussent les entreprises à réaliser des partenariats. Nous regarderons ces données sous deux angles : les objectifs qui ont poussé à réaliser des partenariats jusqu'à aujourd'hui et les objectifs qui pourraient être poursuivis pour les futurs partenariats.

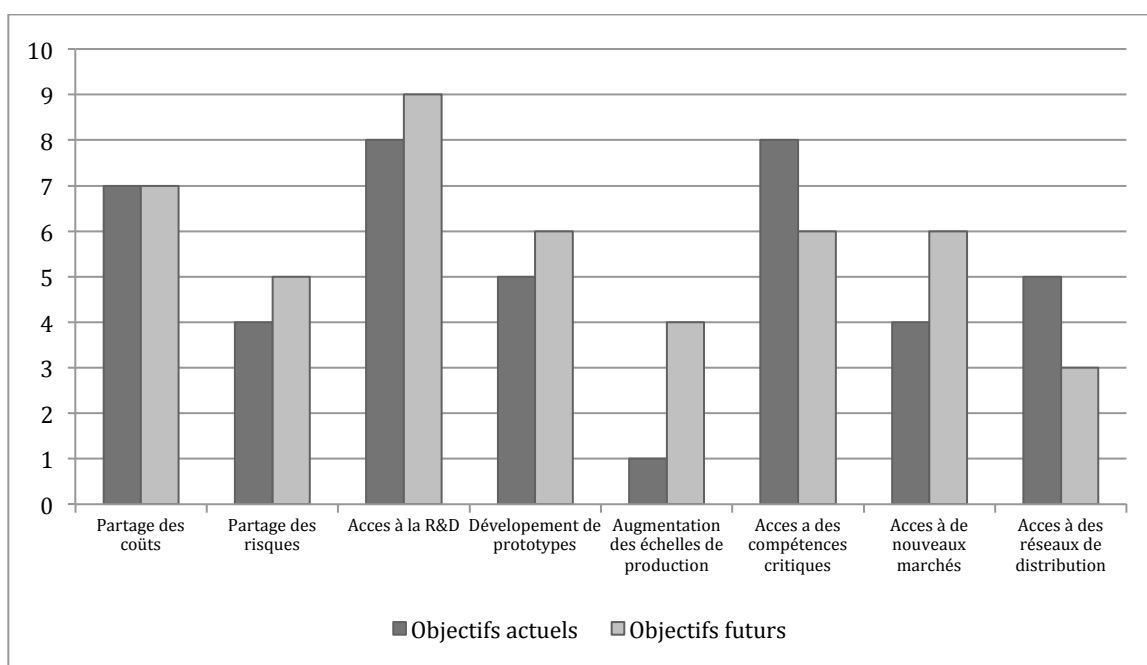


Figure 6-10: Objectifs des partenariats

En regardant la figure 6-10 on remarque que les raisons qui poussent à mettre en place des partenariats sont nombreuses. On observe toutefois une légère préférence pour les partenariats visant le partage de la recherche et du développement, ceux qui recherchent des financements ainsi que ceux concernant l'accès à des compétences critiques.

Cependant pour les partenariats futurs, les objectifs changent légèrement. En effet, nous avons demandé aux répondants d'indiquer dans un premier temps les objectifs qui les ont menés à réaliser des partenariats jusqu'à aujourd'hui puis d'indiquer quels seraient les objectifs qui les pousseraient à les réaliser dans le futur (Ce sont les deux séries représentées dans la figure

précédente). Les objectifs futurs tendent à mettre en avant les partenariats qui permettront l'augmentation des échelles de production et l'accès à de nouveaux marchés. A contrario, l'accès à des réseaux de distribution et à des compétences critiques subit une petite réduction pour les objectifs futurs. Nous avons regroupé ces données en détail dans le tableau 6-6 ci-dessous. Un "changement positif" correspond à la poursuite d'un objectif de partenariat pour de futurs projets alors que celui-ci n'était pas un objectif poursuivi au cours des partenariats précédents. Un "changement négatif" dans les objectifs témoigne de l'effet inverse.

Tableau 6-6: Changements des objectifs de partenariat

		Nombre de changements positifs	Nombre de changements négatifs
Changements dans les objectifs de partenariats entre les partenariats passés et les partenariats futurs:	Partage des coûts	1	1
	Partage des risques	1	0
	Accès à la R&D	1	0
	Développement de prototypes	2	1
	Augmentation des échelles de production	3	0
	Accès a des compétences critiques	0	2
	Accès à de nouveaux marchés	3	1
	Accès à des réseaux de distribution	0	2

Ainsi pour leurs futures relations de partenariat, les entreprises semblent vouloir augmenter leurs échelles de production et améliorer l'accès à de nouveaux marchés alors que l'accès aux réseaux de distribution perd de son importance.

Pour remplir ces objectifs, les compagnies vont chercher des partenariats presque partout dans le monde comme on peut le voir sur la figure 6-11.

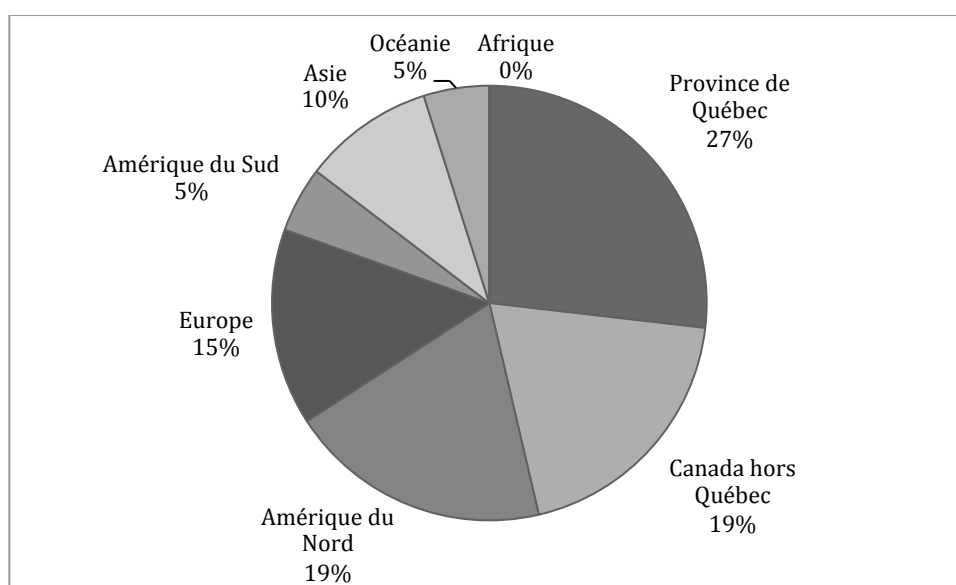


Figure 6-11: Situation géographique des partenaires

Ici sont représentées les régions d'où sont issus les partenaires des entreprises ayant répondu à l'enquête. On y voit la province du Québec, le Canada et l'Amérique du Nord jouer un rôle très important. Pour ces trois régions, la part des partenariats réalisés est d'environ 65%.

Ce diagramme montre donc que les entreprises n'hésitent pas à aller chercher des partenaires en dehors du Canada si nécessaire. La notion de distance n'a donc pas d'importance dans la recherche du partenaire idéal.

De manière générale, nous avons essayé de comprendre comment les entreprises perçoivent les bienfaits liés aux partenariats qu'elles effectuent.

Dans la figure 6-12, nous avons demandé aux répondants de noter sur une échelle de 1 à 7 l’assertion suivante : “Un partenariat est un moyen d’atteindre les objectifs stratégiques de mon entreprise”. Il résulte de ces réponses que la majorité des entreprises ont répondu, avec le coefficient maximum 7, qu’elles considèrent que ces partenariats ont un effet bénéfique pour atteindre leurs objectifs stratégiques.

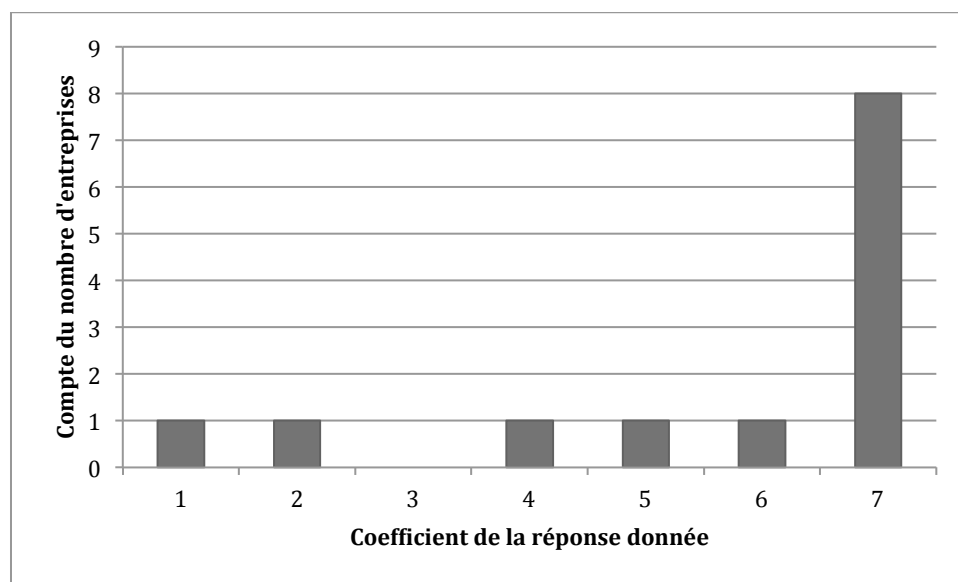


Figure 6-12: Appréciation générale des partenariats par rapport aux objectifs stratégiques des entreprises

Il n’y a eu que peu de réponses avec des coefficients différents. Mais nous noterons que les entreprises 9 et 13 qui ont répondu le plus faiblement à cette question sont également celles qui ont la part de revenu issue des nanotechnologies la plus importante: 5% et 70% de leurs revenus. Cette constatation est faite à l’aide des réponses aux questions QSF2.1 (tableau 6-3) et QAP12 (tableau 6-7). Ceci nous amène à penser que les entreprises les plus sensibles aux revenus issus des nanotechnologies ne considèrent pas les partenariats comme des atouts stratégiques. Par ailleurs ces 2 entreprises n’ont pas d’objectifs en lien avec la R&D concernant les partenariats qu’elles effectuent. Une des raisons qui pourrait expliquer ces réponses serait la peur de la concurrence liée aux technologies critiques qu’elles développent.

Le tableau 6-7 suivant montre les données brutes qui ont permis ces observations.

Tableau 6-7: Données d'analyses des réponses à la question QAP12

ID	Description variable	Numéro de l'entreprise répondante													Statistiques				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	N	Min	Max	Moyenne	Ecart type
QAP12	"La réalisation d'un partenariat est un avantage compétitif pour mon entreprise"	7	7	7	6	5		7	7	1	7	7	4	2	12	1	7	5,58	2,15
QSF2	Revenus spécifiques issus de produits / procédés de nanotechnologie	0	0	1	1	0				1			0	1	8	0	1	0,500	0,535
QSF2.1	Estimation du pourcentage des revenus spécifiques issus de produits / procédés de nanotechnologie par rapport au chiffre d'affaire			0,1	1					5				70	4	0,1	70	19,025	34,050

6.4.4 Résultats des corrélations non-paramétriques de Spearman

La partie suivante s'intéresse à quelques corrélations réalisées sur les variables indépendantes sélectionnées et choisies dans la partie précédente. Il est à noter que ces corrélations de Spearman sont des tests non paramétriques et sont à interpréter avec précaution car le nombre d'observations pour ces variables est de 12 ou 13 selon les cas. C'est pourquoi nous n'avons retenu ici que les corrélations dont le coefficient de corrélation (Sigma) est inférieur à 5%.

Tableau 6-8: Risques et dépenses en R&D liées aux nanotechnologies

Code	Nom	Corrélation de Spearman	
QR2_G	Degré d'accord: "Un partenariat est synonyme de risques pour mon entreprise"	0,629	Coefficient
QAE3	Dépenses en R&D liées à la nanotechnologie	0,029	Sigma
		12	Nombre d'observations

Ainsi le tableau 6-8 ci-dessus montre que les entreprises ayant des dépenses en recherche et développement dans les nanotechnologies perçoivent un risque lorsqu'elles effectuent des partenariats. Encore une fois, les technologies de pointe et souvent les propriétés intellectuelles

mises en jeu par ces entreprises, les rendent plus sensibles aux risques associés au partage de l'information avec d'autres organismes. Nous noterons cependant que cette observation n'est pas spécifique au domaine des nanotechnologies. En effet, de manière plus générale, Kothari et al. (2002) montraient que les investissements en R&D sont à l'origine de bénéfices futurs beaucoup plus incertains que les investissements en capitaux. C'est cette notion d'incertitude qui est principalement reliée aux risques dont il est question dans cette observation.

En cherchant à comprendre quels sont les facteurs qui influencent le nombre de partenariats total mis en œuvre par une entreprise, nous observons une corrélation entre ce nombre de partenariats et la source du financement :

Tableau 6-9: Partenariats et financements

Code	Nom	Corrélation de Spearman	
QAP1	Nombre de partenariats total	0,591	Coefficient
QSF4_C	Sources de financements: source gouvernementale	0,043	Sigma
		12	Nombre d'observations

Le tableau 6-9 donne un résultat très intéressant car il montre une corrélation positive entre les subventions gouvernementales et le nombre total de partenariats d'une entreprise. En effet, ici plus les entreprises sont financées par ces subventions gouvernementales et plus elles réalisent de partenariats. Ce résultat n'est que peu surprenant car un grand nombre de subventions gouvernementales ne sont obtenues que pour des partenariats impliquant de la recherche et du développement, la plupart du temps avec des universités. Malgré tout observons ici que les incitatifs gouvernementaux semblent avoir une influence sur le nombre de partenariats réalisé.

6.4.5 Risques liés aux partenariats

Le tableau 6-10 suivant donne le détail des réponses aux questions qui traitent directement des risques perçus par les gestionnaires et les paramètres qui influent sur la décision de collaborer :

Tableau 6-10: Détails des réponses aux questions concernant la décision de collaborer

ID	Description variable	Numéro de l'entreprise répondante													N	Min	Max	Moyenne	Ecart type
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13					
QAP12	"La réalisation d'un partenariat est un avantage compétitif pour mon entreprise"	7	7	7	6	5		7	7	1	7	7	4	2	12	1	7	5,58	2,15
QR1_A	- le risque d'opportunisme	5	5	1	3	1		2	5	3	3	5	2	6	12	1	6	3,42	1,73
QR1_B	- le risque d'appropriation unilatérale des ressources ou des compétences	5	6	6	5	1		2	3	2	3	2	2	6	12	1	6	3,58	1,88
QR1_C	- le risque de conflits	5	3	1	5	1		2	2	6	3	2	2	6	12	1	6	3,17	1,85
QR1_D	- le risque de mauvaise performance commerciale	6	5	1	5	1		6	6	3	3	6	2	3	12	1	6	3,92	1,98
QR1_E	- le risque de mauvaise performance technologique	6	5	1	6	1		6	7	6	3	6	5	3	12	1	7	4,58	2,07
QR1_F	- le risque de mauvaise performance financière	6	5	1	2	1		1	5	1	3	5	2	3	12	1	6	2,92	1,88
QR1_G	- le risque de rachat ou de fusion	1	2	1	2	1		1	3	6	3	1	2	6	12	1	6	2,42	1,83

Tableau 6-11: Détails des réponses aux questions concernant la décision de collaborer
(suite et fin)

ID	Description variable	Numéro de l'entreprise répondante													N	Min	Max	Moyenne	Ecart type
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13					
QR2_A	- "Nous avons réussi à former un partenariat chaque fois que nous le souhaitions"	3	5	7	7	2		6	5	2	6	5	6	7	12	2	7	5,08	1,83
QR2_B	- "L'établissement d'un partenariat occupe une grande part des ressources de mon entreprise"	3	7	2	3	1		6	5	1	6	3	2	5	12	1	7	3,67	2,06
QR2_C	- "Les relations avec les partenaires sont généralement peu flexibles"	5	3	2	2	1		2	3	3	1	5	2	7	12	1	7	3,00	1,81
QR2_D	- "La rupture d'un partenariat est une issue envisageable"	6	5	2	3	1		6	6	2	5	2	6	7	12	1	7	4,25	2,09
QR2_E	- "La rupture d'un partenariat aurait de graves conséquences pour votre organisation"	2	3	2	2	1		2	6	2	3	1	2	7	12	1	7	2,75	1,86
QR2_F	- "Le recours aux partenariats est un moyen d'atteindre les objectifs stratégiques de mon organisation"	7	7	2	6	5		7	7	1	6	7	2	5	12	1	7	5,17	2,25
QR2_G	- "Un partenariat est synonyme de risques pour mon entreprise"	2	1	2	2	1		2	2	3	1	3	2	5	12	1	5	2,17	1,11
QDP1_A	- la proximité géographique	3	1	2	6	1		1	3	3	6	2	2	6	12	1	6	3,00	1,95
QDP1_B	- la similarité des caractéristiques (taille, rentabilité, culture,...)	5	2	6	5	6		1	6	5	6	5	2	6	12	1	6	4,58	1,83
QDP1_C	- la réputation	7	6	7	6	7		7	3	2	6	5	6	6	12	2	7	5,67	1,61
QDP1_D	- la motivation	7	7	6	6	7		7	6	1	6	7	3	7	12	1	7	5,83	1,90
QDP1_E	- la concordance des objectifs et des stratégies	6	7	6	6	6		7	7	2	6	5	6	7	12	2	7	5,92	1,38
QDP1_F	- la confiance préexistante	7	3	6	6	7		7	7	3	7	3	6	7	12	3	7	5,75	1,71

Cette partie a pour but de regrouper les résultats des questions traitant directement des risques et de leur perception. Nous étudierons ces données en deux étapes : dans un premier temps nous effectuerons une étude descriptive simple des réponses obtenues pour ensuite regarder ces résultats en prenant en compte le type d'activité de ces entreprises travaillant avec des nanotechnologies.

Chacune des questions suivantes ont été notées sur une échelle de 1 à 7 où nous avons exclu la valeur 4 des réponses potentielles puisqu'elle indique un avis neutre. La figure 6-13 donne une représentation graphique des moyennes des réponses concernant les différents types de risques. Nous cherchons ici à établir un ordonnancement des risques les plus appréhendés.

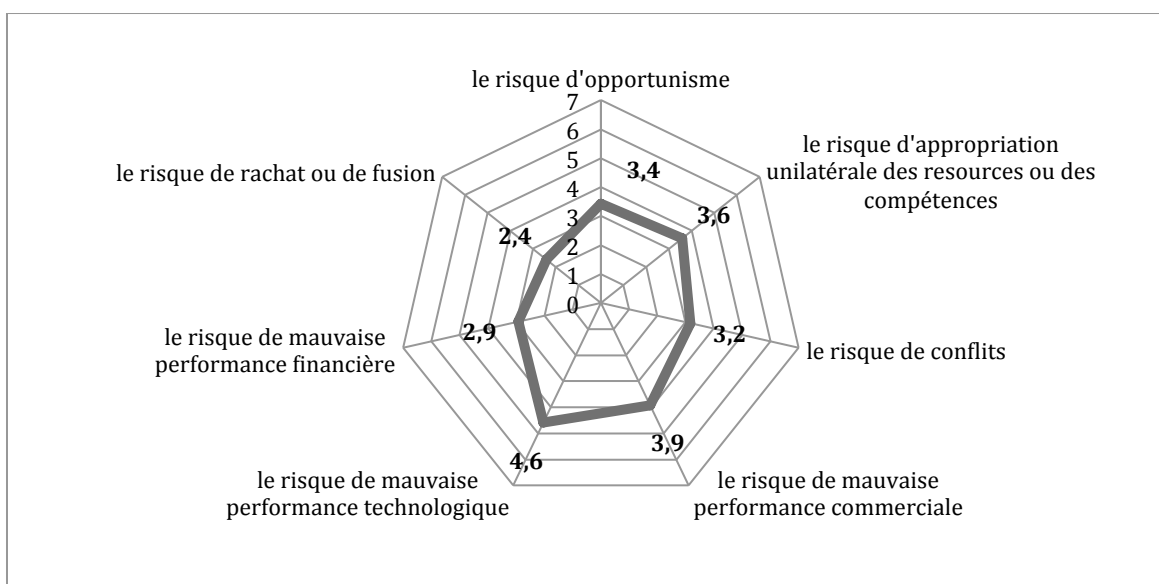


Figure 6-13: Perception globale des risques

Globalement tous les risques ont été faiblement notés. Les moyennes sont comprises entre 2,4 pour le risque de rachat ou de fusion à 4,6 pour le risque de mauvaise performance technologique.

L'accent est donc mis pour les risques de mauvaise performance technologique et de mauvaise performance commerciale suivis ensuite par le risque d'appropriation unilatérale des ressources ou des compétences. Ces trois risques sont les plus importants pour ces entreprises. Il serait très intéressant de conduire le même type d'étude avec des entreprises n'ayant aucun lien

avec les nanotechnologies pour mettre en évidence d'éventuelles différences. Cependant les coefficients moyens restent tout de même très proches de 4, ils ne peuvent donc pas être considérés comme très importants.

On remarque également que le risque de mauvaise performance financière est le moins important. Ceci peut être mis en lien avec les différents types de financements obtenus par ces entreprises qui n'ont presque pas recouru à des financements privés, du capital de risque ou des angles financiers. Les pressions financières externes sont alors minimisées.

La question suivante suit le même principe d'analyse, mais cette fois les entreprises interrogées devaient noter les phrases en fonction de leur degré d'accord avec ces dernières en utilisant la même échelle de notation que précédemment.

Ces résultats sont représentés de la même manière sur la figure 6-14 suivante :

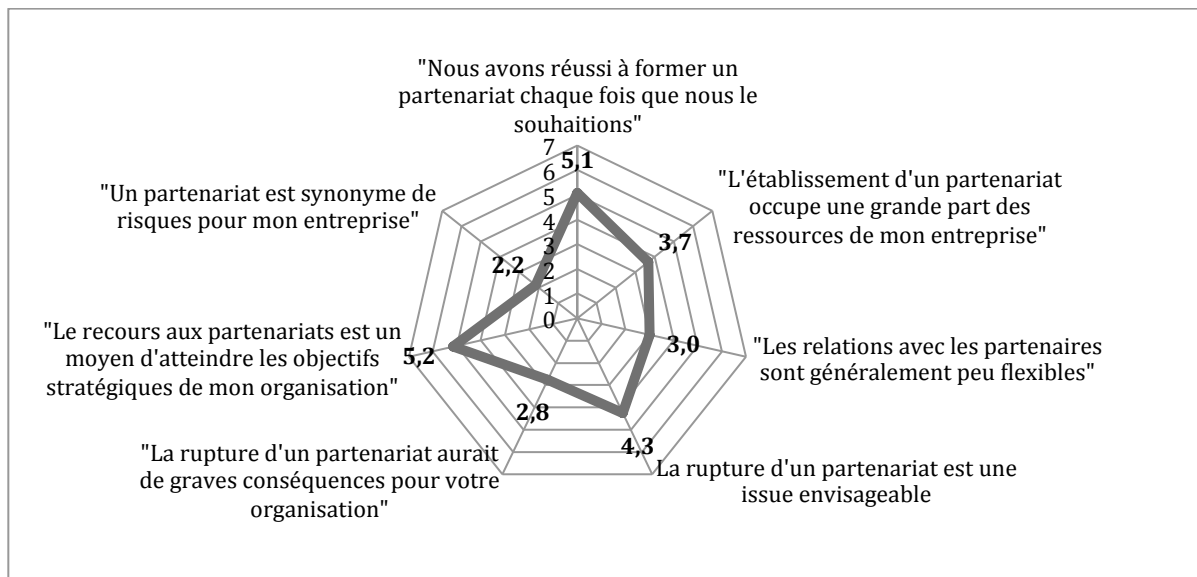


Figure 6-14: Faits influençant la décision de collaborer

Ici les moyennes obtenues sont plus ouvertes à discussion. Tout d'abord, un partenariat ne semble pas être un risque pour ces entreprises qui ont noté cette assertion avec une moyenne de 2,2. En effet, la rupture d'un partenariat n'aurait pas de conséquences très graves pour

l'organisation (notée à 2,8). D'autre part, le plus grand degré d'accord est associé aux phrases suivantes : "Le recours aux partenariats est un moyen d'atteindre les objectifs stratégiques de mon organisation" et "Nous avons réussi à former un partenariat chaque fois que nous le souhaitons". Ainsi les partenariats dont nous parlons ne représentent pas de grands risques pour ces organismes alors qu'ils permettent d'atteindre des objectifs critiques pour leur croissance. Ces partenariats semblent assez faciles à mettre en place et suffisamment flexibles pour être adaptés en fonction de l'évolution des projets.

Cette seule figure atteste de l'importance des partenariats pour aider à la croissance d'une entreprise. Les organismes liés aux nanotechnologies en font donc un usage satisfaisant tout en minimisant les risques qui peuvent y être liés.

Enfin nous nous sommes intéressé aux différentes caractéristiques d'un partenaire qui peuvent influencer la décision de collaborer avec celui-ci. Les moyennes des notations obtenues sont représentées sur la figure 6-15 :

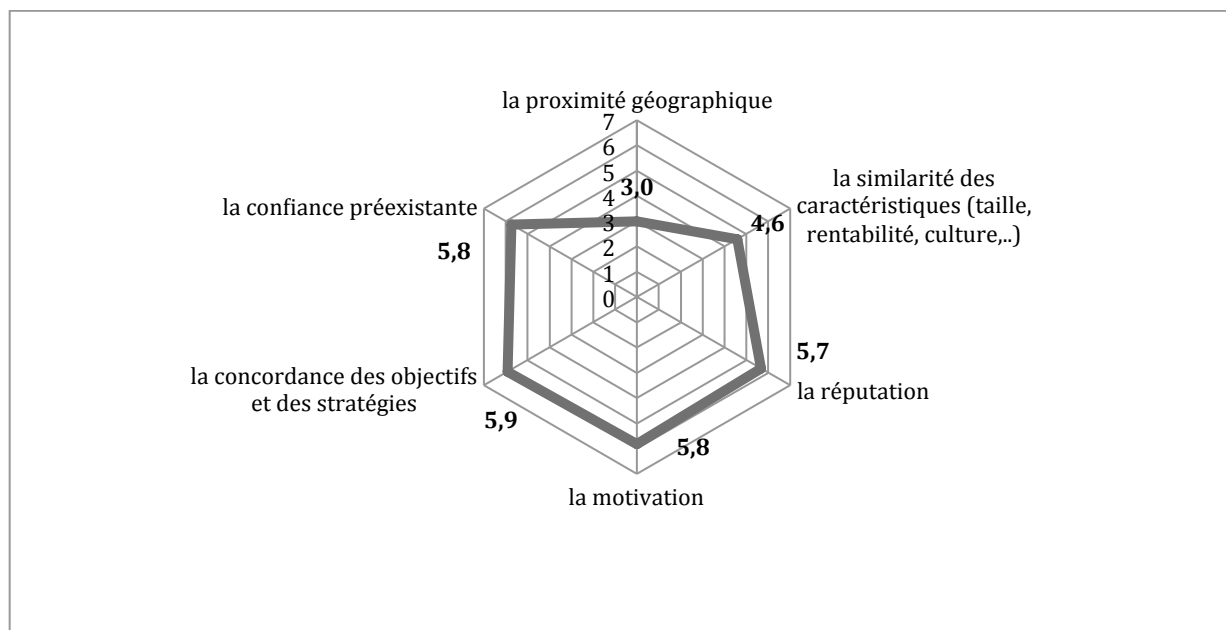


Figure 6-15: Importance accordée aux caractéristiques des partenaires

Les moyennes sont beaucoup plus significatives que dans les questions précédentes. Nous pouvons voir ici que les 4 caractéristiques suivantes sont de loin les plus importantes pour la sélection d'un futur partenaire :

- La concordance des objectifs et des stratégies
- La confiance préexistante puisqu'elle apporte un moyen de contrôle du risque (Delerue, 2004)
- La motivation
- La réputation

Les autres critères ne semblent pas influencer beaucoup dans la décision de collaborer. On retrouve à nouveau le fait que la proximité géographique du partenaire n'est pas un critère de sélection et l'éloignement lors d'une collaboration n'a pas d'importance.

6.5 Particularités liées à la chaîne de valeur

6.5.1 Outils de propriété intellectuelle

Nous avons séparé l'échantillon des répondants en deux sous-groupes :

- Les entreprises qui utilisent les nanotechnologies dans d'autres produits ou procédés (avec ou sans activités de R&D). Ce groupe prendra donc en compte les entreprises 1 et 5.
- Les entreprises qui produisent des nanotechnologies (avec ou sans activités de R&D). Ce groupe sera représenté par les entreprises 6, 11 et 13.

Ainsi le premier sous-groupe qui prend en compte les entreprises ayant un lien d'utilisation avec les nanotechnologies sera appelé : "Utilisation nanotechnologies". Ces entreprises sont situées au milieu ou vers la fin de la chaîne de valeur puisqu'elles utilisent les nanomatériaux fabriqués et transformés par les firmes qui les produisent. De même, le deuxième sous-groupe prend en compte les entreprises ayant un lien de production avec les nanotechnologies. Celui-ci sera appelé: "Production nanotechnologies" et nous considérerons que

ces entreprises ont des activités situées au tout début de la chaîne de valeur. Nous nous référerons ainsi à la description de la chaîne de valeur issue du chapitre 5.

Dans un premier temps nous allons regarder les différences de ces deux groupes par rapport à la propriété intellectuelle que les entreprises détiennent. Ainsi dans le tableau 8 nous avons regroupé les données des deux seules entreprises ayant des activités uniquement liées à l'utilisation des nanotechnologies. Nous avons inscrit leurs réponses respectives concernant le nombre d'outils de propriété intellectuelle totale et ceux liés aux nanotechnologies. Le but est de les comparer avec la moyenne des autres réponses excluant ces 2 entreprises.

Tableau 6-12: Propriété intellectuelle des entreprises faisant uniquement utilisation des nanotechnologies

Utilisation des nanotechnologies	Nombre d'outils de propriété intellectuelle totale détenue	Nombre d'outils de propriété intellectuelle liée aux nanotechnologies
Entreprise 1	0	0
Entreprise 5	15	2
Moyennes des autres	118,00	7,64

Nous pouvons voir assez nettement que globalement, qu'il s'agisse de nanotechnologies ou non, le nombre d'outils de propriété intellectuelle détenus est très faible comparé aux autres entreprises. Ces entreprises qui sont consommatrices de nanotechnologies pour les inclure dans leurs produits n'ont donc pas de besoin particulier d'utiliser des brevets ou des licences. Ces entreprises semblent donc être clientes des produits de nanotechnologie issus des autres compagnies.

Nous avons fait le même travail avec les entreprises ayant un lien unique de production avec les nanotechnologies. Le tableau résultant est le tableau 6-13 :

Tableau 6-13: Propriété intellectuelle des entreprises produisant des nanotechnologies

Production des nanotechnologies	Nombre d'outils de propriété intellectuelle totale détenue	Nombre d'outils de propriété intellectuelle liée aux nanotechnologies
Entreprise 6	10	7
Entreprise 11	25	12
Entreprise 13	2	2
moyennes des autres	118,00	7,64

Comme pour le groupe précédent, ces entreprises possèdent un faible nombre d'outils de propriété intellectuelle total. Cependant les outils de propriété intellectuelle liés aux nanotechnologies prennent une proportion beaucoup plus importante. Même si l'entreprise 3 déclare un nombre inférieur à la moyenne, il est à noter que tous ses outils sont liés aux nanotechnologies. De même pour les deux autres, les outils de propriété intellectuelle pour les nanotechnologies représentent une part majoritaire de la propriété intellectuelle totale détenue.

Pour ces entreprises on a donc une forte utilisation des brevets et des licences pour protéger leurs nano-produits. Ainsi les activités de production liées aux nanotechnologies requièrent une certaine protection de la recherche et des moyens de production, ce qui semble logique puisque le sous-groupe étudié en fait son activité principale.

Pour prendre en compte la taille de l'entreprise dans cette analyse, nous avons créé une variable regroupant le nombre d'outils de propriété intellectuelle détenus liés aux nanotechnologies et le nombre d'employés de l'entreprise (considéré comme un proxy de sa taille). En faisant le rapport de ces deux caractéristiques nous souhaitons mettre en évidence la proportion d'outils de propriété intellectuelle détenus par rapport à la taille de l'entreprise. Les résultats sont regroupés dans le tableau 6-14 suivant.

Tableau 6-14 : Outils de propriétés intellectuelle (OPI) et taille de l'entreprise

	Production nanotechnologies			Autres								
Entreprises :	6	11	13	2	1	3	4	5	7	8	12	9
Nombre d'employés	75	28	6	33	103	900	430	16	10500	1000	200	580
Rapport OPI sur nombre d'employés	0,09*	0,43*	0,33*	0,72*	0,14	0	0	0	0,01	0,01	0,025	0,05

Les étoiles (*) permettent de repérer les 4 coefficients les plus importants. Parmi ces 4 entreprises, 3 ont pour principale activité la production de nanotechnologie et la R&D. L'entreprise numéro 2 produit des nanotechnologies mais elle les utilise également dans d'autres procédés, c'est pourquoi elle ne fait pas partie de la même classification.

Ce tableau montre donc que les entreprises qui produisent des nanotechnologies sont des entreprises de petites tailles (comparativement aux autres) et possèdent, en proportion, beaucoup d'outils de propriété intellectuelle reliés aux nanotechnologies. Ces résultats sont également confirmés par Mangematin, V. et al., (2011) qui montrent que les entreprises possèdent peu de brevets de nanotechnologies. De plus, les nanotechnologies sont développées dans les grandes entreprises, même si elles ne représentent qu'une faible partie de leur base de connaissances, alors que le développement intensif de ces technologies est réalisé dans un petit nombre d'entreprises.

6.5.2 Perception des risques

Nous avons également cherché à comprendre si la perception des risques liés aux partenariats était influencée par la position d'une entreprise dans la chaîne de valeur.

Pour ce faire, nous avons repris les trois graphiques en étoile utilisés précédemment et nous y avons superposé les courbes des sous groupes de production et d'utilisation des nanotechnologies. Nous obtenons ainsi les figures situées dans l'annexe 2.

Malheureusement ces graphiques ne donnent pas de résultats significatifs concernant la perception des risques. C'est pourquoi nous avons cherché à aller plus loin dans cette analyse en créant notamment une nouvelle variable. C'est l'objet du paragraphe suivant.

6.5.3 Intensité des risques perçus

Devant la faible accentuation des notations accordées aux risques, nous avons essayé d'approfondir cette étude en nous intéressant à ce que nous avons appelé "L'intensité du risque". Nous avons défini l'intensité d'un risque comme étant la différence entre la valeur associée à ce risque (notée entre 1 et 7) et la moyenne des valeurs associées aux autres risques. Nous pouvons la formuler comme ceci :

$$I_i = R_i - \left(\frac{(\sum_{k=0}^n R_k) - R_i}{n - 1} \right)$$

Où I_i est la valeur d'intensité associée à la variable de risque R_i . Cette formulation nous permet ainsi d'identifier l'importance accordée aux risques par les répondants par rapport aux autres notations. Une valeur d'intensité négative signifie donc que comparativement aux notes attribuées pour les autres risques, le risque en question est perçu comme moins important.

La figure 6-16 ci-dessous regroupe les résultats de cette étude où nous avons calculé la valeur d'intensité des risques pour les trois groupes de répondants étudiés précédemment.

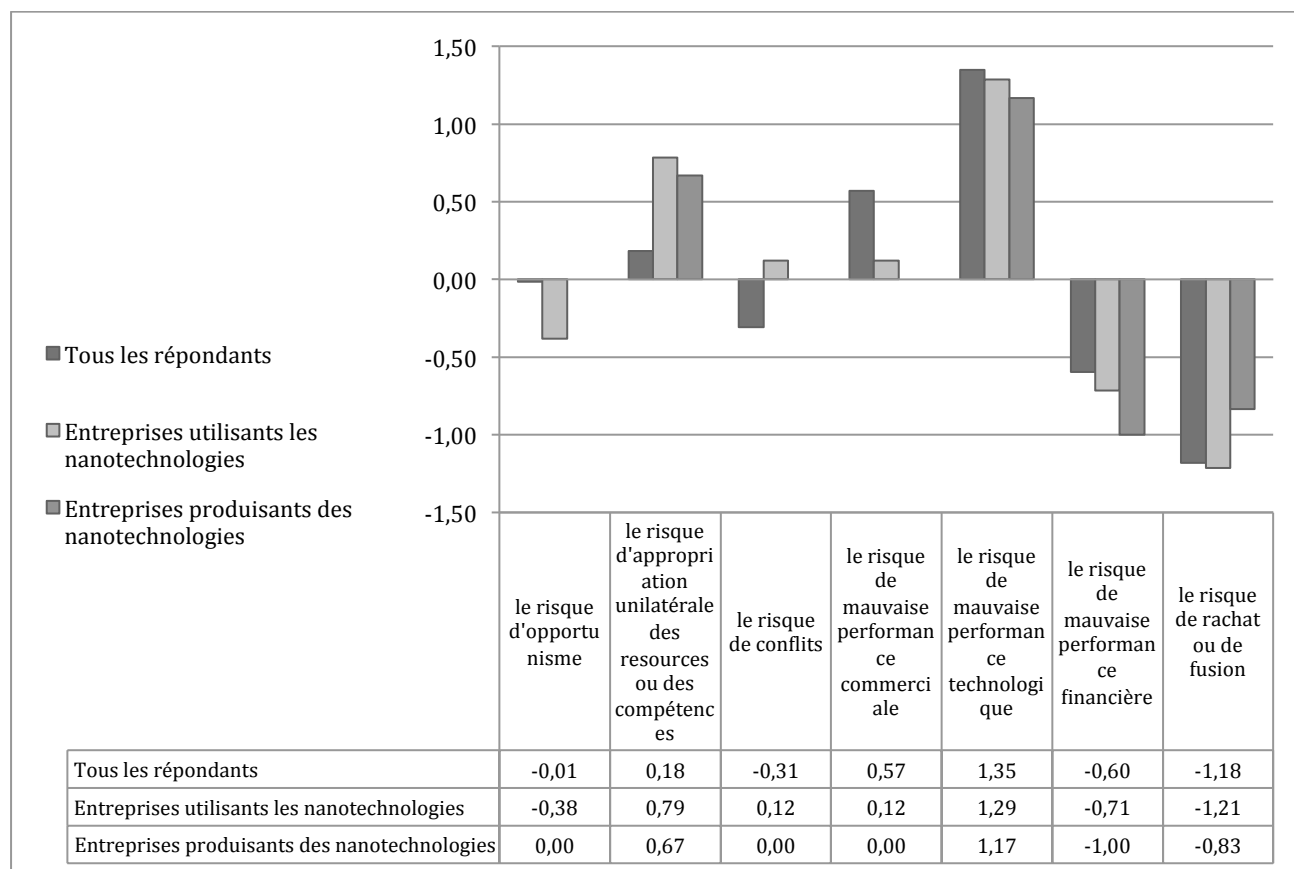


Figure 6-16: Intensité des risques dans la chaîne de valeur

Dans un premier temps on retrouve la tendance générale déjà observée au cours de ce chapitre : le risque perçu comme le plus significatif est celui de mauvaise performance technologique alors que les moins importants sont les risques de mauvaise performance financière et rachat ou de fusion. Cette observation est ainsi confirmée pour les trois groupes de notre étude.

Cependant, alors que le risque de mauvaise performance commerciale semblait important pour la majorité des répondants, il ne semble pas avoir autant d'impact pour les sous-groupes qui utilisent ou qui produisent les nanotechnologies. A contrario, ces deux sous-groupes semblent être plus sensibles au risque d'appropriation unilatérale des ressources ou des compétences.

Ainsi, avoir des activités en amont ou en aval de la chaîne de valeur semble influencer légèrement sur la sensibilité à ces deux types de risques. Il en résulte que le risque d'appropriation unilatérale des ressources ou des compétences devient un facteur important à prendre également en considération.

6.6 Résumé des principaux résultats mis en évidence

Les données quantitatives précédentes sont très satisfaisantes car elles représentent un échantillon caractéristique des entreprises impliquées dans les projets de recherche ou de développement des nanotechnologies au Québec (21% des 60 ciblés pour l'enquête).

Voici, ci-dessous, une liste résumée des résultats principaux que nous venons de mettre en évidence à l'issue de l'analyse des réponses de l'enquête:

- Les entreprises qui ont répondu détiennent peu d'outils de propriété intellectuelle liés aux nanotechnologies comparativement au nombre d'outils total qu'elles détiennent.
- Le marché cible de ces acteurs n'est pas forcément le Québec même si celui-ci est une source de financement.
- Le critère géographique ne semble pas avoir d'importance pour la recherche d'un partenaire.
- Les réponses suggèrent que les entreprises réaliseraient plus de partenariats avec des organismes publics si elles en avaient la possibilité.
- L'augmentation des échelles de production et l'accès à de nouveaux marchés sont les nouveaux défis que les partenariats devraient solutionner dans le futur.
- Les répondants qui investissent des ressources dans la recherche et le développement des nanotechnologies semblent plus sensibles aux risques des partenariats.
- Le choix d'un partenaire se base souvent sur des critères très difficilement quantifiables, comme la confiance ou encore la motivation. Ces critères semblent alors importants quand l'entreprise qui travaille avec des nanotechnologies veut éviter toute perte de ressources ou de compétences lors d'un partenariat.

- D'après notre échantillon les entreprises dont l'activité se résume à produire des nanotechnologies ou à en faire de la R&D, sont des firmes globalement de taille plus faible que les autres et possèdent une grande proportion d'outils de propriété intellectuelle liée aux nanotechnologies.
- Le risque de mauvaise performance technologique est prédominant pour les gestionnaires interrogés lorsqu'ils doivent prendre la décision d'établir un nouveau partenariat. De plus, les entreprises qui produisent ou qui utilisent des nanotechnologies semblent plus sensibles au risque d'appropriation unilatérale des ressources et des compétences.

CHAPITRE 7 DISCUSSION ET CONCLUSION

Les nanotechnologies ne forment pas un secteur industriel distinct des autres. Elles se positionnent comme une technologie à usage général permettant l'innovation (Mangematin, V. et al., 2011). De part leur aspect multidisciplinaire, ces technologies impliquent de nombreuses relations inter-organisationnelles pour permettre leur développement et leur intégration dans les industries déjà en place. Les risques jouent un rôle certain dans le processus de prise de décision des gestionnaires comme le précisent March et Shapira (1987). C'est pourquoi nous avons cherché à mettre en évidence les avantages et les risques qui entrent en compte dans la prise de décision de collaborer dans ce domaine de haute innovation.

Zucker et Darby (2003) prévoient un développement futur des nanotechnologies similaire à celui des biotechnologies avec un accent sur la présence de personnel scientifique de haut niveau, de nombreux liens entre les universités et les entreprises, une organisation cruciale du transfert de technologies, des mises en place de firmes et de start-ups basées sur la R&D ainsi que du capital risque pour financer les phases initiales de développement. Les nanotechnologies servent de point de convergence avec de nombreuses autres technologies et se positionnent en tant que solutions aux défis industriels actuels (Freitas Jr, 2010; Hyungsub et al., 2009; Kautt et al., 2007; Linton et al., 2004).

Notre étude se distingue des travaux déjà présent dans la littérature car elle tente de mettre en évidence ce en quoi les nanotechnologies peuvent influencer sur l'organisation et les obstacles des relations de partenariats. La chaîne de valeur telle que nous l'avons modélisée correspond à ce que nous avons pu observer de l'organisation des nanotechnologies. On retrouve en tout début de chaîne les entreprises qui produisent les nanomatériaux. Ces entreprises "plates-formes" ont des liens avec de nombreuses entreprises dans divers secteurs industriels. La difficulté pour ces entreprises est de s'adapter à leurs clients qui n'ont pas tous les mêmes besoins et les mêmes attentes. De plus, pour améliorer les chances de succès de tous ces projets, tous les acteurs devraient être impliqués dès les premiers stades du projet pour garantir un apprentissage commun et accélérer la mise en place des futurs processus.

Encore une fois nous appuyons la grande importance des partenariats et du transfert des connaissances dans le contexte de développement des nanotechnologies. D'après nos résultats,

l'établissement de ces partenariats semble favorisé par les sources de financements disponibles, que ce soit pour les entreprises ou pour les universités. Pour confirmer ce point, nous avons également établi une corrélation entre les subventions gouvernementales et le nombre de partenariats réalisés.

Toutes nos entrevues mènent à la même conclusion : le transfert de connaissances entre l'université et les entreprises n'est plus exclusivement une question de brevets et de licences comme le soulignaient Mowery et Ziedonis (2001). En effet, les stages prennent une part très importante au Québec car ils permettent d'accompagner le transfert à l'aide d'un étudiant suivi par un chercheur académique. Cette forme de partenariat représente un avantage important pour les entreprises car elles peuvent bénéficier d'une main d'œuvre qualifiée à faible coût pouvant se conclure par l'embauche du stagiaire pour conserver son expertise à l'interne.

Pour ce qui est de la protection de la propriété intellectuelle, il semble que la question : "qui détiendra la propriété intellectuelle" pose problème lors de la mise en place d'un partenariat. Il est difficile de toujours concilier tous les acteurs sur ces enjeux surtout quand il est question d'argent en bout de ligne. Au Québec c'est notamment l'entreprise *Goudreau Gage Dubuc* qui joue le rôle d'intermédiaire pour résoudre les conflits. Au cours de l'enquête par questionnaire, nous avons pu remarquer que de nombreux outils de propriété intellectuelle étaient utilisés par les répondants mais seulement une très petite partie est directement reliée aux nanotechnologies. En tant que technologies issues de la recherche fondamentale, il serait logique de penser que ces outils sont majoritairement détenus par les universités. D'un autre côté, nous avons observé que les entreprises situées en début de chaîne de valeur et qui produisent des nanotechnologies possèdent une grande partie des outils de propriété intellectuelle associé aux nanotechnologies. De plus, proportionnellement au nombre d'employés des entreprises répondantes, ce sont celles qui en détiennent le plus. Nous vérifions ainsi les propositions 2a et 2b puisque d'après notre échantillon, les entreprises dont l'activité est uniquement la fabrication de nanotechnologies sont également les plus petites en terme de nombre d'employés.

Nous nous sommes ensuite intéressés à l'importance du critère géographique dans la décision de collaborer. D'après Schiffauerova et Beaudry (2009), les chercheurs sont sensibles à cette notion d'éloignement lorsqu'ils peuvent trouver un partenaire localement ou dans un rayon

de 600 km. Au delà, d'autres critères de sélection entreront en compte. (Schiffauerova et Beaudry, 2008).

Notre enquête montre que les entreprises qui ont répondu ne considèrent pas la condition de proximité géographique comme un critère de sélection d'un partenaire. Ces entreprises ne sont pas forcément proches d'organismes ayant des activités similaires et collaborent avec des acteurs situés sur d'autres continents. Nous ne pensons donc pas que les nanotechnologies constituent un facteur poussant les entreprises à se regrouper géographiquement. La proposition 1 n'est donc pas valable. En effet les entreprises se regrouperont en cluster en fonction de leur domaine d'activité mais pas forcément pour rechercher une expertise en nanotechnologie. C'est le cas par exemple du regroupement sectoriel en micro-électronique du *C2MI* à Bromont. Les nanotechnologies nécessitent donc une expertise de pointe qui pousse les différents acteurs à aller chercher des partenaires à l'international. La distance géographique n'est donc plus une barrière aux coopérations.

En tant que formes organisationnelles instables (Barkema et al., 1997; Dussauge et al., 2000; Gomes-Casseres, 1987; Killing, 1983; Kogut, 1989; Park et Russo, 1996), les partenariats sont soumis à de nombreux risques qui influent sur la décision de collaborer des gestionnaires. En effet, les réponses au questionnaire mettent en avant le risque de mauvaise performance technologique comme étant le plus décisif dans la prise de décision. Cependant, les risques de performances et les risques relationnels ne sont pas tout à fait indépendants et de mauvaises performances peuvent être induites par la dégradation des relations entretenues entre les différents acteurs. Nous validons ainsi la proposition 3.

Enfin les entreprises qui se positionnent au début de la chaîne de valeur, semblent plus sensibles au risque d'appropriation unilatérale des ressources ou des compétences au cours d'un partenariat. Ceci est sans doute dû au fait que leurs revenus sont majoritairement issus d'activités clés comme la fabrication ou la transformation des nanoparticules. Par ailleurs, la multidisciplinarité liée au développement des nanotechnologies ajoute une autre dimension aux risques relationnels : celle de la différence culturelle entre deux industries (ou plus) travaillant dans des secteurs complètement différents.

Les résultats de l'enquête mettent aussi en évidence une corrélation positive entre les dépenses de R&D en nanotechnologie et le fait qu'un gestionnaire considère un partenariat

comme une situation risquée. Cette corrélation mériterait d'être approfondie mais néanmoins elle met en évidence que le fait d'avoir des activités liées aux nanotechnologies peut influencer sur la perception des risques des partenariats.

Au final, les partenariats restent un recours stratégique indispensable. Ils permettent aux entreprises d'accéder à des ressources dont ils ne disposent pas à l'interne. Dans un contexte global où le concept d'innovation ouverte prend de plus en plus d'ampleur, il est légitime de s'attendre à ce que ces relations s'intensifient, amenant de nouveaux avantages mais aussi de nouveaux obstacles.

Nous concluons cette recherche exploratoire par quelques discussions proposées en vue de relever les nouveaux défis que pose le développement des nanotechnologies au Québec. Au terme de notre étude, nous avons remarqué que l'accès aux laboratoires de recherche est un problème récurrent qui nous a été communiqué de nombreuses fois. Pourtant ces laboratoires représentent d'incroyables opportunités pour les entreprises qui bien souvent n'ont pas les moyens de s'offrir leur accès. Nous avons également mis en évidence le fait que les entreprises ayant répondu à l'enquête aimeraient pouvoir réaliser plus de collaborations avec des organismes publics, mais celles-ci ne semblent pas y parvenir. D'autre part, certaines entreprises qui sont financées par des organismes du Québec ne vendent pas leurs produits localement mais ciblent plutôt des marchés en dehors du Canada comme principalement les États-Unis, par exemple.

Il semble que les politiques de financement actuelles ne soient complètement adaptées aux besoins des entreprises. Ceci reste un point de vue global, puisque nous ne pouvons préciser quels sont les types de financements concernés par ces observations. Cependant, une politique de financement public de l'innovation des entreprises pourrait aider celles-ci à relever les prochains défis de recherche et d'innovation qui se dressent devant elles : l'augmentation des échelles de production de nanoparticules et l'accès à de nouveaux marchés. Une solution à laquelle nous pouvons penser pour améliorer les moyens de financements et ainsi améliorer le transfert de connaissances entre les universités et les entreprises, serait d'investir l'argent public dans des fonds de capitaux de risques privés. L'argent pourrait être géré plus activement pour maximiser les retours sur investissements en étant injecté dans des compagnies dont le potentiel de développement économique aura été soigneusement étudié par ces investisseurs privés.

En conclusion, notre étude montre que les entreprises sont les leviers du développement économique des nanotechnologies. Elles permettent leur intégration au marché des produits qu'elles vendent déjà. Ces firmes encouragent ainsi l'innovation et la recherche fondamentale dans le domaine des matériaux de pointe pour accéder à des technologies qui leur fourniront un avantage concurrentiel. Le transfert technologique entre les universités et les entreprises est un point clé de ce processus. Mangematin, V. et al., (2011) montrent également que les grandes entreprises investissent tôt dans les nanotechnologies pour préparer leur intégration à leur base de connaissances. Ceci montre la volonté des firmes de vouloir être impliquées le plus tôt possible dans les projets de développement.

Enfin, nous avons vu que de nombreux organismes encouragent les chercheurs universitaires à trouver un partenaire industriel pour obtenir certains financements et ainsi permettre l'implication du secteur privé dans les recherches académiques. Nous pensons que le défi actuel du Québec est d'inciter les entreprises à aller chercher elles-mêmes les partenaires académiques pouvant répondre à leurs besoins technologiques. Les solutions envisageables seraient d'améliorer la communication des projets de recherche académique aux entreprises et leur proposer des financements pour les inciter à rechercher activement des partenaires en dehors de leurs frontières. Les entreprises alors correctement informées seront capables d'effectuer une veille technologique plus efficace et les financements leur permettront de rendre les partenariats plus avantageux face aux risques technologiques qui leur sont liés.

BIBLIOGRAPHIE

- Agrawal, A., & Cockburn, I. (2003). The anchor tenant hypothesis: exploring the role of large, local, R&D-intensive firms in regional innovation systems. *International Journal of Industrial Organization*, 21(9), 1227–1253.
- Akrich, M., Callon, M., & Latour, B. (1988). A Quoi Tient le Succès des Innovations. 2ème épisode: l'Art de Choisir les Bons Porte-parole. *Gérer et Comprendre, Annales des Mines*, September, 14–29.
- Arrow, K. J. (1972). The measurement of real value added. Institute for Mathematical Studies in the Social Sciences.
- Aulakh, P. S., Kotabe, M., & Sahay, A. (1996). Trust and performance in cross-border marketing partnerships: A behavioral approach. *Journal of international business studies*, 1005-1032.
- Avenel, E., Favier, A. V., Ma, S., Mangematin, V., & Rieu, C. (2007). Diversification and hybridization in firm knowledge bases in nanotechnologies. *Research Policy*, 36(6), 864–870.
- Avenel, E., Favier, A.V, Ma, S., Mangematin, V., & Rieu, C., (2007). « Les stratégies industrielles de R&D dans le domaine des nanotechnologies : Une analyse fondée sur les bases de connaissance », In *Les systèmes de production. Approches Interdisciplinaires et mutations*, sous la direction de Jean-François Boujut, Daniel Llerena, et Daniel Brissaud, Hermes Science, Lavoisier, Paris.
- Balakrishnan, S. & Koza, M.P. (1993) Information asymmetry, adverse selection and joint ventures: theory and evidence. *Journal of Economic Behavior and Organization* 20(1).
- Balconi, M., Breschi, S., & Lissoni, F. (2004). Networks of inventors and the role of academia: an exploration of Italian patent data. *Research Policy*, 33(1), 127–145.
- Barkema, Harry G., Oded Shenkar, Freek Vermeulen & John H.J. Bell. (1997). Working abroad, working with others: How firms learn to operate international joint ventures. *Academy of Management Journal*, 40:426-42.

- Bawa, R., Bawa, S. R., Maebius, S. B., Flynn, T., & Wei, C. (2005). Protecting new ideas and inventions in nanomedicine with patents. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*, 1(2), 150–158. doi:10.1016/j.nano.2005.03.009
- Beaudry, C. & de Marcellis-Warin, N. (2008). Alliances and partnerships: a challenge to biotech/Alliances et partenariat: un défi pour les biotech (No. 2008nt-10). CIRANO.
- Benner, M. J., & Tushman, M. L. (2003). Exploitation, exploration, and process management: The productivity dilemma revisited. *The Academy of Management Review*, 238-256.
- Bercovitz, J. E., & Feldman, M. P. (2007). Fishing upstream: Firm innovation strategy and university research alliances. *Research Policy*, 36(7), 930-948.
- Bessy, C., & Brousseau, E. (1997). Brevet, protection et diffusion des connaissances: une relecture néo-institutionnelle des propriétés de la règle de droit. *Revue d'économie industrielle*, 79(1), 233-254.
- Boschma, R. (2005). Proximity and innovation: a critical assessment. *Regional studies*, 39(1), 61–74.
- Bray, M.J. & Lee, J.N., (2000). University revenues from technology transfer: licensing fees vs. equity positions.
- Brousseau, E., & Glachant, J. M. (2000). Introduction: Économie des contrats et renouvellements de l'analyse économique. *Revue d'économie industrielle*, 92(1), 23–50.
- Brousseau, G., & Balacheff, N. (1998). *Théorie des situations didactiques*. Éditions la Pensée sauvage.
- Callon, M. & Mangematin, V. (1995). Technological competition, strategies of the firms and the choice of the first users: the case of road guidance technologies. *Research policy*, 24(3), 441-458.
- Canada's federal government (2007). *Mobilizing Science and Technology to Canada's Advantage*.
- Chandy, Rajesh, Brigitte Hopstaken, Om Narasimhan, & JaideepPrabhu (2006), “From Invention to Innovation: ConversionAbility in Product Development,” *Journal of MarketingResearch*, 43 (August), 494–508.

- Chesbrough, H. W. (2006). The era of open innovation. *Managing innovation and change*, 127(3), 34-41.
- Chesbrough, H. W., & Appleyard, M. M. (2007). Open innovation and strategy. *California management review*, 50(1), 57.
- Christensen, C. M., & Bower, J. L. (1996). Customer power, strategic investment, and the failure of leading firms. *Strategic management journal*, 17(3), 197-218.
- Coase, R. H. (1937). The nature of the firm. *Economica*, 4(16), 386–405.
- Council on Competitiveness, (1996). *Endless Frontier, Limited Resources: U.S. R&D Policy for Competitiveness*. Council on Competitiveness, Washington.
- Council on Competitiveness, (1996). *Endless Frontier, Limited Ressources : U.S. R&D Policy for Competitiveness*. Council on Competitiveness, Washington.
- Crampes, C., & Hollander, A. (1993). Umbrella pricing to attract early entry. *Economica*, 465–474.
- Crawley, T., Aymeric Sallin & al., (2007): *Commercialisation of Nanotechnology Key Challenges*, Report on the workshop organised by Nanoforum, Helsinki.
- Darby, Michael R., & Zucker, L. G. (2003). Grilichesian Breakthroughs: Inventions of Methods of Inventing and Firm Entry in Nanotechnology. National Bureau of Economic Research Working Paper Series, No. 9825. Retrieved from <http://www.nber.org/papers/w9825>
- Das, T. K., & Teng, B. S. (1996). Risk types and inter-firm alliance. *Journal of management studies*, 33(6), 827–843.
- Das, T. K., & Teng, B. S. (2000). A resource-based theory of strategic alliances. *Journal of management*, 26(1), 31–61.
- Das, T. K., & Teng, B. S. (2001). Trust, control, and risk in strategic alliances: An integrated framework. *Organization studies*, 22(2), 251-283.
- De Ketel JM. & Roegiers X. (1991). Méthodes du recueil d'informations- Fondements des méthodes d'observation, de questionnaires, d'interviews et d'étude de documents. *Pédagogies en développement- Méthodologie de la recherche*. De Boeck. Bruxelles, p96-97.

- De Marcellis-Warin, N., & Peignier, I. (2012). Perception des risques au Québec–Baromètre CIRANO 2012. CIRANO Monographs.
- Dussauge, P., & Ramanantsoa, B. (1987). *Technology and Strategic Management*. McGraw-Hill.
- Dussauge, P., Garrette, B., & Mitchell, W. (2000). Learning from competing partners: outcomes and durations of scale and link alliances in Europe, North America and Asia. *Strategic management journal*, 21(2), 99-126.
- Dussauge, Pierre, & Garrette, Bernard. (1995). Determinants of Success in International Strategic Alliances: Evidence from the Global Aerospace Industry, *Journal of International Business Studies*, (Third Quarter): 505-530.
- Foray, D. (1994). Production and distribution of knowledge in the new systems of innovation: the role of intellectual property rights.
- Freitas Jr. RA. (2010). The Future of Nanomedicine. *Futurist* 44(1): 21-22
- Garcia, Rosanna & Roger Calantone (2002), “A Critical Look at Technological Innovation Typology and Innovativeness Terminology: A Literature Review,” *Journal of Product Innovation Management*, 19 (2), 110–32.
- Gittelman, M. (2006). National institutions, public–private knowledge flows, and innovation performance: A comparative study of the biotechnology industry in the US and France. *Research Policy*, 35(7), 1052–1068.
- Gomes-Casseres, B., Hagedoorn, J., & Jaffe, A. B. (2006). Do alliances promote knowledge flows? *Journal of Financial Economics*, 80(1), 5–33.
- Grobe, A., Renn, O., & Jaeger, A. (2008). *Risk Governance of Nanotechnology Applications in Food and Cosmetics*. International Risk Governance Council, Geneva [www. irgc. org/IMG/pdf/IRGC_Report_FINAL_For_Web. pdf](http://www.irgc.org/IMG/pdf/IRGC_Report_FINAL_For_Web.pdf).
- Hagedoorn, J., & Schakenraad, J. (2006). The effect of strategic technology alliances on company performance. *Strategic management journal*, 15(4), 291-309.
- Hagedoorn, J., (1995). Strategic technology partnering during the 1980s: Trends, networks and corporate patterns in non-core technologies. *Research Policy* 24 (2), 207–231.

- Hamel, G.P., 1991. Competition for competence and inter-partner learning within international strategic alliances. *Strategic Management Journal* 12, 83–103.
- Hertzfeld, H. R., Link, A. N., & Vonortas, N. S. (2006). Intellectual property protection mechanisms in research partnerships. *Research Policy*, 35(6), 825-838.
- Hill, C. W. ., & Rothaermel, F. T. (2003). The performance of incumbent firms in the face of radical technological innovation. *Academy of Management Review*, 28(2), 257–274.
- Horstmann, I., MacDonald, G. M., & Slivinski, A. (1985). Patents as information transfer mechanisms: To patent or (maybe) not to patent. *The Journal of Political Economy*, 93(5), 837-858.
- Hu, C., Wu, S., Wang, Q., Jin, G., Shen, H., & Zhao, Z. (2011). Simultaneous utilization of glucose and xylose for lipid production by *Trichosporon cutaneum*. *Biotechnology for Biofuels*, 4(1), 25.
- Hyungsub C. & Mody CCM. (2009). The Long History of Molecular Electronics: Microelectronics Origins of Nanotechnology. *Social Studies of Science* (Sage) 39(1): 11-50
- James, B. G. (1985). Alliance: The new strategic focus. *Long range planning*, 18(3), 76–81.
- Kale, P., Singh, H., & Perlmutter, H. (2000). Learning and protection of proprietary assets in strategic alliances: Building relational capital.
- Kautt M, Walsh S, Bittner K. (2007). Global distribution of micro-nano technology and fabrication centers: A portfolio analysis approach. *Technology Forecasting and Social Change* 74: 1697-1717.
- Khanna, T., Gulati, R., & Nohria, N. (1998). The dynamics of learning alliances: competition, cooperation, and relative scope. *Strategic management journal*, 19(3), 193–210.
- Killing, J.P., (1983). *Strategies for Joint Venture Success*. Praeger, New York.
- Kogut, B. (1989). The stability of joint ventures: Reciprocity and competitive rivalry. *The Journal of Industrial Economics*, 183-198.
- Kothari, S. P., Laguerre, T. E., & Leone, A. J. (2002). Capitalization versus expensing: Evidence on the uncertainty of future earnings from capital expenditures versus R&D outlays. *Review of accounting Studies*, 7(4), 355-382.

- Kouabenan, D.R., Cadet, B., Hermand, D., & Muñoz-Sastre, M.T.M. (2006). *Psychologie du risque : Identifier, évaluer, prévenir : De Boeck*.
- Koza, M., & Lewin, A. (2000). Managing partnerships and strategic alliances: raising the odds of success. *European Management Journal*, 18(2), 146-151.
- Larédo, P., Rieu, C., Villard, L., Kahane, B., Delemarle, A., Genet, C., Mangematin, V., & al. (2009). *Emergence des nanotechnologies: Vers un nouveau "modèle industriel"? Recherche et enseignement supérieur face à l'internationalisation: France, Suisse et Union européenne*, 347.
- Laursen, K., & Salter, A., (2006). Open for innovation: the role of openness in explaining innovation performance among UK manufacturing firms. *Strategic Management Journal* 27 (2), 131–150.
- Link, A.N., & Bauer, L.L., (1989). *Cooperative Research in US Manufacturing*. Lexington Books, Lexington, MA.
- Linton JD, & Walsh S. (2004). Integrating innovation and learning curve theory: An enabler for moving nanotechnologies and other emerging process technologies into production. *R&D Management* 34: 513-522.
- Liotard, I. (1999). Les droits de propriété intellectuelle, une nouvelle arme stratégique des firmes. *Revue d'économie industrielle*, 89(1), 69–84.
- Lipsey R.G, Carlaw K.I. & Bekar C.T. (2005). *Economic Transformations: General Purpose Technologies and Long Term Economic Growth*, (Oxford University Press)
- Loillier, T. & Tellier, A. (2002), "Des projets aux réseaux : le cas du développement des produits nouveaux", Atelier "Projet, innovation, réseau", Groupe Vision, IAE Caen, Mars, 25p.
- Lombard, D. (1998). *Le Brevet pour l'Innovation*. Synthèse du rapport Lombard, mars.
- Lux Research. (2010). *The recession's ripple effect on nanotech*. State of the market report.
- Maillat, D. (1994). Comportements spatiaux et milieux innovateurs. *Encyclopédie d'économie spatiale*, Paris, Economica, 205–262.

- Mangematin, V., Errabi, K., & Gauthier, C. (2011). Large players in the nanogame: dedicated nanotech subsidiaries or distributed nanotech capabilities? *The Journal of Technology Transfer*, 36(6), 640-664.
- March, J. G., & Shapira, Z. (1987). Managerial perspectives on risk and risk taking. *Management science*, 1404–1418.
- Marshall, A. (1870). *Essay on Money*. Early Economic Writings of Alfred Marshall, 1867–1890.
- McNiven. C., (2005). Résultats de l'Enquête sur l'utilisation et le développement de la biotechnologie de 2005. Statistique Canada
- Meur-Férec, C. (2006). De la dynamique naturelle à la gestion intégrée de l'espace littoral : un itinéraire de géographe (Mémoire en vue de l'habilitation à Diriger des Recherches (HDR), Université de Nantes).
- Mohr, J. J., Gundlach, G. T., & Spekman, R. (1994). Legal ramification of strategic alliances'. *Marketing Management*, 3(2), 38-46.
- Morel, B., & Ramanujam, R. (1999). Through the looking glass of complexity: The dynamics of organizations as adaptive and evolving systems. *Organization Science*, 278–293.
- Mowery, D. C., & Ziedonis, A. A. (2001). The geographic reach of market and non-market channels of technology transfer: comparing citations and licenses of university patents. National Bureau of Economic Research. Retrieved from <http://www.nber.org/papers/w8568>
- Mustar P. & al. (2006), « Conceptualising the Heterogeneity of Research-based Spin-offs: A Multi-dimensional Taxonomy », *Research Policy*, vol. 35, pp. 289-308.
- NanoQuébec, (2010). Bilan des réalisations majeures.
- Nelson, R. R. (Ed.). (1993). *National innovation systems: a comparative analysis*. Oxford University Press, USA.
- Nesta, L., & Saviotti, P. P. (2005). Coherence of the knowledge base and the firm's innovative performance evidence from the US pharmaceutical. *The Journal of Industrial Economics*, 53(1), 123–142.
- Neuville, J. P. (1998). La tentation opportuniste: figures et dynamique de la coopération interindividuelle dans le partenariat industriel. *Revue française de sociologie*, 71-103.

- Newman, M. E., (2001). The structure of scientific collaboration networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98(2), 404.
- Nooteboom, B., Berger, H., & Noorderhaven, N. G. (1997). Effects of trust and governance on relational risk. *Academy of Management Journal*, 308–338.
- O'shea, R. P., Allen, T. J., Chevalier, A., & Roche, F. (2005). Entrepreneurial orientation, technology transfer and spinoff performance of US universities. *Research Policy*, 34(7), 994–1009.
- Oxley, J.E., (1997). Appropriability hazards and governance in strategic alliances: a transaction cost approach. *Journal of Law, Economics and Organization* 13 (2), 387–409.
- Park, S.H., & Russo, M.V., (1996). When competition eclipses cooperation: an event history analysis of joint venture failure. *Management Science* 42 (6), 875–890.
- PASCAUD, C., & PIOTRAUT, J. L. (1994). Protéger et valoriser l'innovation industrielle (avec disquette).
- Perrin, B. (1999). Evaluation Synthesis: An Approach to Enhancing the Relevance and Use of Evaluation for Policy Making, presentation to the UK Evaluation Society Annual Conference, Edinburgh, December
- PUTHOD, D., & GANASSALI, S. (1996). L'alliance, une option permettant de contourner les dilemmes classiques de la pme. Congrès international francophone de la PME, Trois Rivières. Retrieved from <http://web.hec.ca/airepme/images/File/1996/Y%20Puthod.pdf>
- Rallet, A., & Torre, A. (2006). *Quelles proximités pour innover?* (Vol. 41). Editions L'Harmattan
- Ramanujam, V., & Varadarajan, P. (1989). Research on corporate diversification: A synthesis. *Strategic Management Journal*, 10(6), 523–551.
- Reuer, J., & Zollo, M., 2005. Termination outcomes of research alliances. *Research Policy* 34 (1), 101–115.
- Ring, P. S., & Van de Ven, A. H. (1992). Structuring cooperative relationships between organizations. *Strategic management journal*, 13(7), 483-498.
- Rothaermel FT, & Thursby M. (2007). The nanotech versus the biotech revolution: Sources of productivity in incumbent firm research. *Research Policy* 36(6): 832-849.

- Schiffauerova, A., & Beaudry, C. (2008). Innovation Networks and Collaboration in Canadian Nanotechnology Clusters. In The 42nd Pacific Northwest Regional Economics Conference (pp. 14-16).
- Schiffauerova, A., & Beaudry, C. (2009). Canadian nanotechnology innovation networks: intra-cluster, inter-cluster and foreign collaboration. *Journal of Innovation Economics*, (2), 119–146.
- Schummer, J. (2004). Multidisciplinarity, interdisciplinarity, and patterns of research collaboration in nanoscience and nanotechnology. *Scientometrics*, 59(3), 425–465.
- Shapira, P., & Youtie, J. (2008). Emergence of nanodistricts in the United States: path dependency or new opportunities?. *Economic Development Quarterly*, 22(3), 187-199.
- Simonin, B. L. (1999). Ambiguity and the process of knowledge transfer in strategic alliances. *Strategic management journal*, 20(7), 595-623.
- Steffensen, M., Rogers, E.M., & Speakman, K., (1999). Spin-offs from research centers at a research university.
- Takuya Tsuzuki. (2009). *International Journal of Nanotechnology (IJNT)*, Vol. 6, No. 5/6.
- Teece, D. J. (1992). Competition, cooperation, and innovation:: Organizational arrangements for regimes of rapid technological progress. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 18(1), 1–25.
- Teece, D.J., (1986). Profiting from technological innovation: implications for integration collaboration, licensing and public policy. *Research Policy* 15, 285–305.
- Venkatesh, R. & V. Mahajan, (1997). Products with branded components: An approach for premium pricing and partner selection. *Market. Sci.*, 16: 146-165.
- Veugelers, R. (1998). Collaboration in R&D: an assessment of theoretical and empirical findings. *De Economist*, 146(3), 419-443.
- Williamson, O. E., Wachter, M. L., & Harris, J. E. (1975). Understanding the employment relation: The analysis of idiosyncratic exchange. *The Bell Journal of Economics*, 250–278.
- Williamson, O. E. (1981). The economics of organization: The transaction cost approach. *American journal of sociology*, 548–577.

- Williamson O. E. (1985). *The economic institutions of capitalism: Firms, markets, relational contracting*. New York.
- Williamson, O. E. (1992). Markets, hierarchies, and the modern corporation: An unfolding perspective. *Journal of economic behavior & organization*, 17(3), 335-352.
- Williamson, O. E. (1993). Calculativeness, trust, and economic organization. *JL & Econ.*, 36, 453.
- Wind, Jerry and Vijay Mahajan (1997), "Issues and Opportunities in New Product Development: An Introduction to the Special Issue," *Journal of Marketing Research*, 34 (February), 1–12.
- Yoshino, M. Y., & Rangan, U. S. (1995). *Strategic alliances: an entrepreneurial approach to globalization*. Harvard Business Press.
- Young-Ybarra, C., & Wiersema, M. (1999). Strategic flexibility in information technology alliances: The influence of transaction cost economics and social exchange theory. *Organization Science*, 10(4), 439-459.
- Youtie, J., & Shapira, P. (2008). Building an innovation hub: A case study of the transformation of university roles in regional technological and economic development. *Research Policy*, 37(8), 1188–1204.
- ZIMMER, R., HEREL, R., & BÖL, G., (2008). *Public Perceptions about Nanotechnology. Representative survey and basic morphological-psychological study*, Federal Institute for Risk Assessment, Berlin, 67.
- Zucker, L. G., Darby, M. R., & Armstrong, J. (2007). Geographically localized knowledge: spillovers or markets?. *Economic Inquiry*, 36(1), 65-86.

ANNEXES

ANNEXE A – LISTE DES FINANCEMENTS PUBLICS PROPOSÉS AUX ENTREPRISES

- Agence du revenu du Canada — Zone des petites et moyennes entreprises
- Agence de promotion économique du Canada atlantique
- Banque de développement économique du Canada
- Bourse de croissance TSX
- Développement économique Canada pour les régions du Québec (DEC)
- Diversification de l'économie de l'Ouest Canada — Investissements dans l'Ouest
- Entreprises Canada Financement
- Financement pour le démarrage d'entreprises — Banque de développement du Canada (BDC)
- Un produit innovateur conçu particulièrement pour le financement de nouvelles entreprises
- Initiative fédérale de développement économique pour le Nord de l'Ontario
- National Angel Organization (en anglais seulement)
- Office des technologies industrielles
- Performance Plus
- Private Equity Intelligence (Thomson MacDonald) (en anglais seulement)
- Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI)
- Conseil national de recherches Canada
- Programme de financement des petites entreprises du Canada
- Technologie du développement durable Canada

ANNEXE B – COMPLÉMENT DE L'ANALYSE DES RISQUES DES PARTENARIATS DANS LA CHAÎNE DE VALEUR

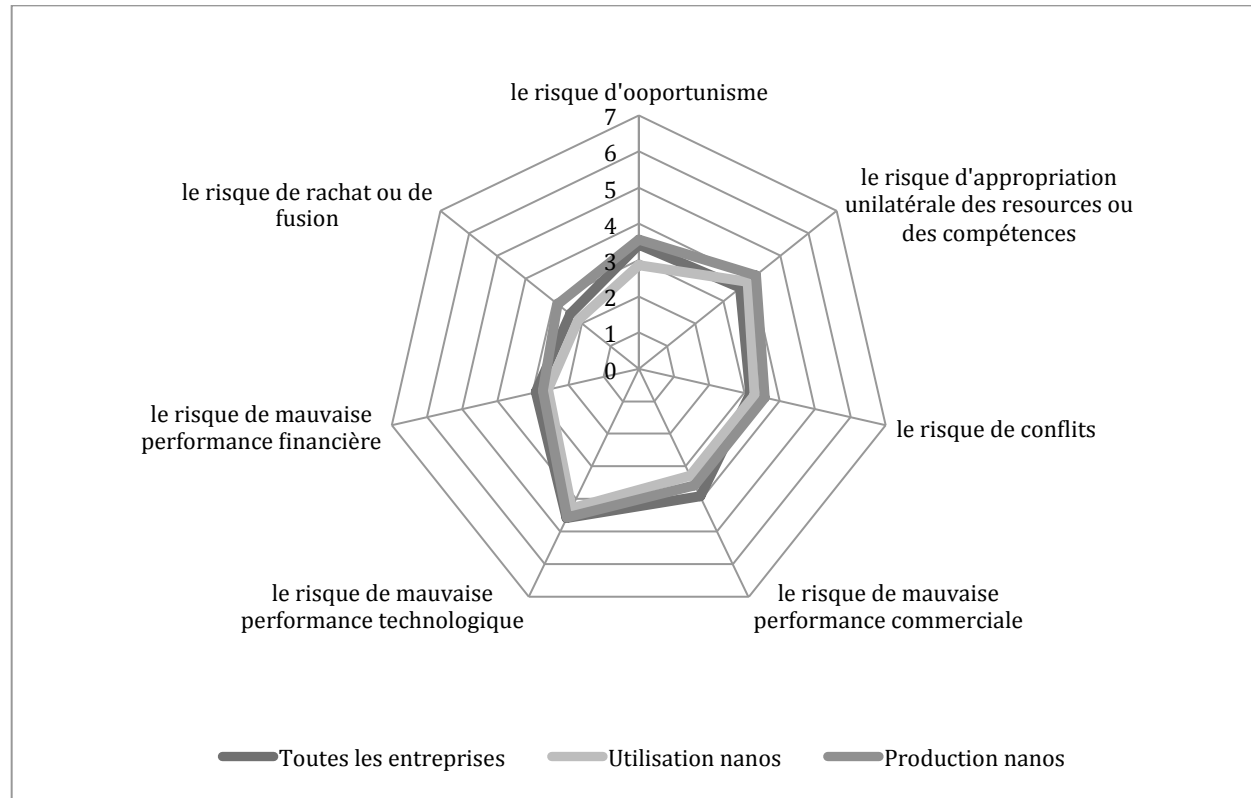


Figure B.1: Perception des risques dans la chaîne de valeur

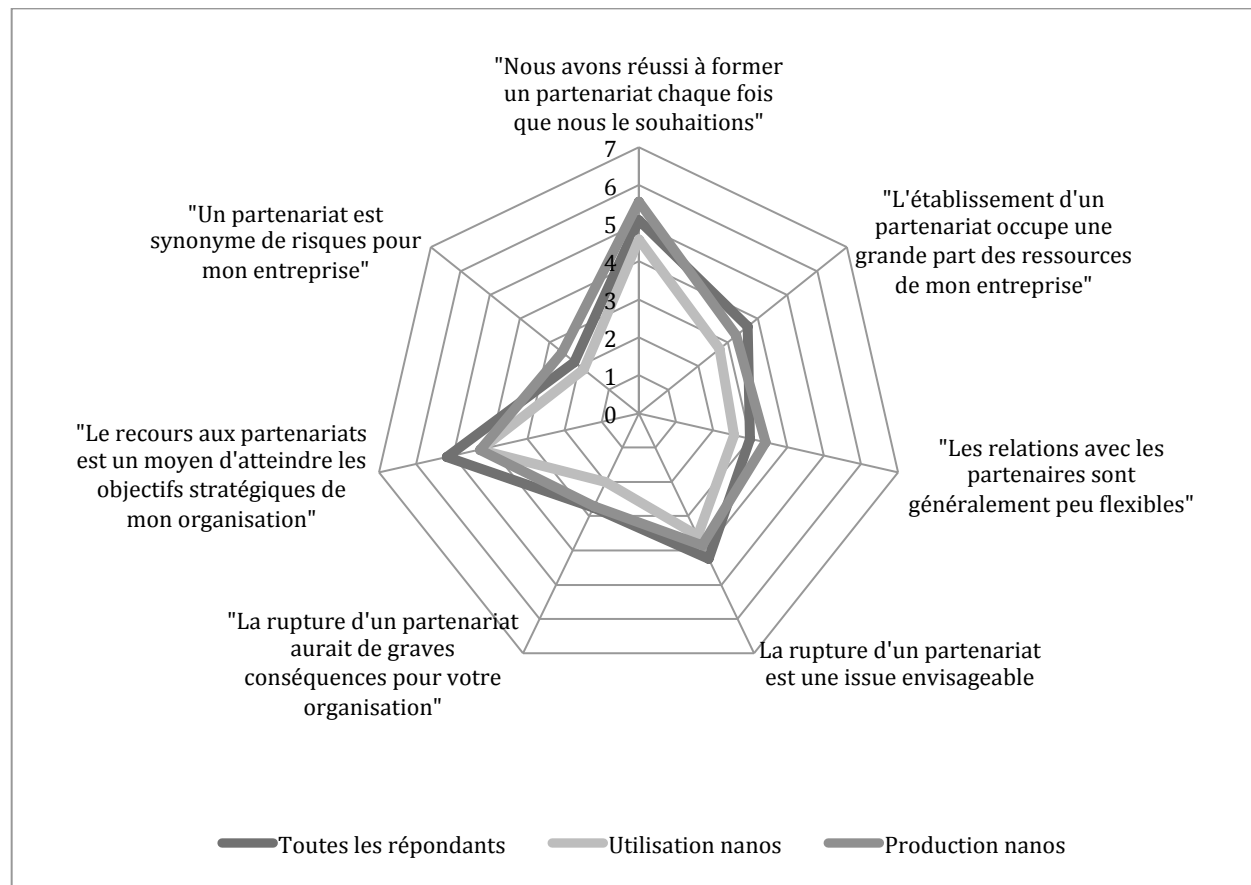


Figure B.2: Faits influents des partenariats dans la chaîne de valeur

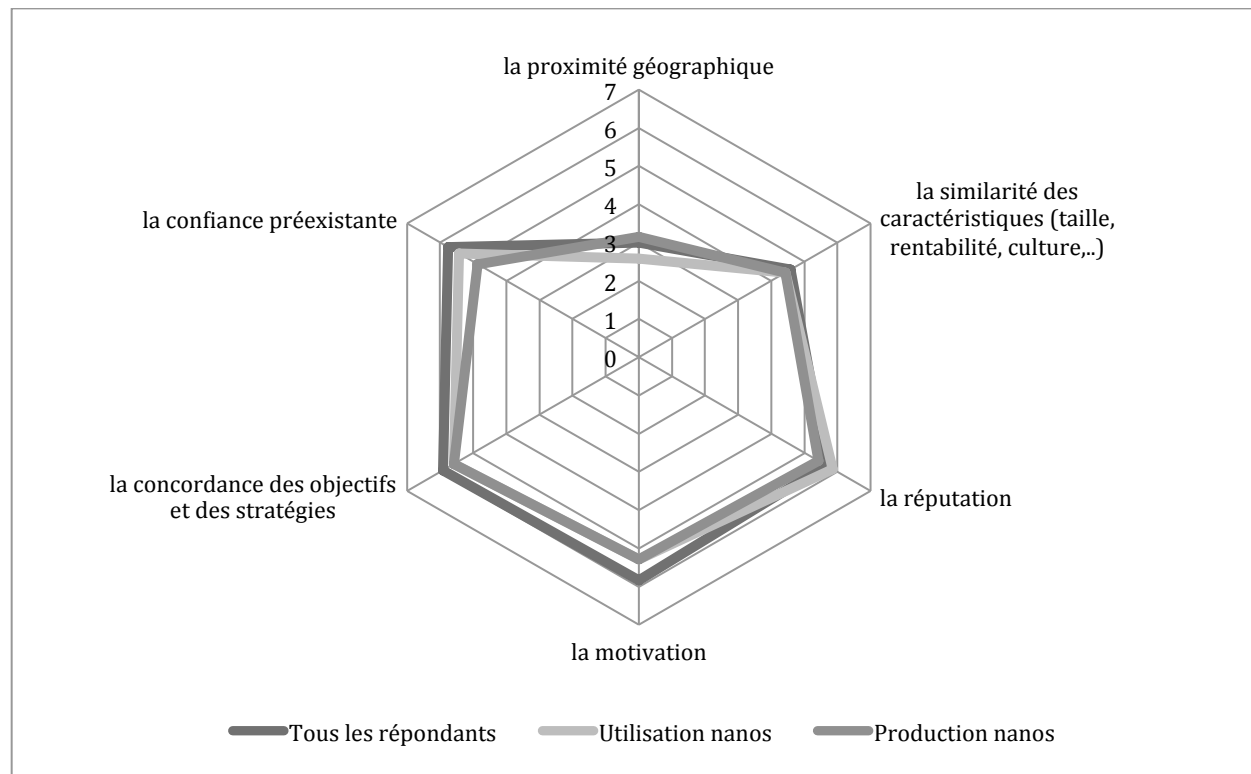


Figure B.3: Importance des caractéristiques du partenaire dans la chaîne de valeur

ANNEXE C – LISTE DES ORGANISMES REPRÉSENTÉS LORS DES CONFÉRENCES

Conférences :

- NanoQuébec 2012 Conférence : “Nanotechnologies: sources of innovation and competitiveness” (20 et 21 mars 2012).
- Colloque Nanotechnologies et Société au CHU Ste-Justine (3 octobre 2011).

Liste des Organismes présents :

- | | |
|--|------------------------|
| • 4-Labs SA | • IQN |
| • ArboraNano | • IRSST |
| • CCSTI - Centre de Culture Scientifique
Technique et Industrielle | • Minatech CEA |
| • Celluforce | • Nanocyl |
| • CIMEQ - Centre d'innovation en
microélectronique du québec | • NanoQuébec |
| • CMC Microsystems | • NE3LS |
| • CRIAQ - Consortium de recherche et
d'innovation en aérospatiale au
Québec | • Photon Etc. |
| • CRPCQ - Consortium de recherche en
plasturgie et composites du québec | • PX' Therapeutics |
| • CRSNG - Conseil de recherches en
Sciences naturelles et en génie du
Canada | • Raymor Industries |
| • Cytodiagnosics | • Sherbrooke Innopole |
| • Domtar | • Tekna Plasma Systems |
| • FP Innovations | • Teledyne Dalsa |
| • Goudreau Gage Dubuc | • Teraxion |
| • GroupeCTTGroup | |

ANNEXE D – QUESTIONNAIRE TEL QU’IL A ÉTÉ PROPOSÉ AUX ENTREPRISES

LES RELATIONS DE PARTENARIAT ET DE COOPÉRATIONS DANS LES INDUSTRIES DÉVELOPPANT OU UTILISANT LES NANOTECHNOLOGIES

La présente enquête est une étude de la dynamique inter-organisationnelle des entreprises fabricant ou utilisant des nanotechnologies.

Ce questionnaire s’adresse en priorité à une personne ayant des connaissances approfondies de votre entreprise.

Aucune donnée recueillie au cours de la présente enquête ne permettra d’identifier une entreprise, une institution ou une personne. Les données comprises dans ce questionnaire resteront strictement confidentielles. Elles serviront exclusivement à des fins statistiques et ne seront publiées que sous forme agrégée.

Cette enquête est d'un intérêt commun. Celle-ci à pour but:

- **D’améliorer le Networking des projets de nanotechnologie.**
- **D’informer les différents acteurs du secteur des attentes de chacun en matière de partenariats.**
- **De comprendre quels sont les risques majeurs liés à ces stratégies et d’y remédier.**

Si vous le souhaitez, vous recevrez également une copie du rapport final du projet contenant les conclusions, recommandations et les données récoltées sous forme agrégées.

Dans ce questionnaire, nous nous référons à votre « entreprise ». Par le terme « entreprise », nous entendons l’entité juridique à laquelle appartiennent toutes les unités commerciales au Canada ou dans un autre Pays.

Nous nous référons également aux « alliances » et aux « partenariats ». Les alliances et partenariats désignent la participation active de votre entreprise et d’autres entreprises ou organismes à des projets communs visant à élaborer ou à poursuivre des travaux liés à des procédés, produits ou services nouveaux ou significativement améliorés.

La sous-traitance pure et simple n’est pas considérée comme une forme de partenariat ou d’alliance.

Enfin, nous nous référons à votre « partenaire ». Par le terme « Partenaire » nous désignons les entreprises ou organismes qui ont participé, participent, ou participeront à une alliance ou un partenariat avec votre entreprise.

Information et consentement

Participation à une enquête par entrevues et questionnaires dans le cadre d'un projet de recherche

Ecole Polytechnique de Montréal et CIRANO

Le présent formulaire décrit un projet de recherche du CIRANO effectué conjointement avec l'école Polytechnique Montréal. Veuillez attentivement lire les sections qui suivent dans le but de connaître en détail les informations sur le projet. À tout moment, vous êtes invité à poser des questions sur ce projet et sur votre participation. Prenez le temps nécessaire pour décider d'y participer ou non. Dans la situation où vous acceptez d'y participer, veuillez "signer" le formulaire (en cochant "oui") à la dernière page.

La présente enquête est une étude des avantages, risques et inconvénients liés aux relations de partenariats dans les entreprises du domaine de la nanotechnologie.

Titre de la recherche

Avantages et risques liés aux stratégies d'alliance et de coopération dans l'industrie des nanotechnologies.

Identification des membres de l'équipe de recherche

Chercheur principal :

Éric GARAT

Étudiant à la maîtrise recherche (M.Sc.A.) en génie industriel

École Polytechnique de Montréal

Téléphone : 514-985-4000 poste 3012

Courriel : eric.garat@polymtl.ca

Directeurs de recherche :

Nathalie DE MARCELLIS-WARIN

Professeure agrégée, Département de mathématiques et génie industriel

École Polytechnique de Montréal

Téléphone : 514-340-4711 poste 4127

Courriel : nathalie.demarcellis-warin@polymtl.ca

Thierry WARIN

Professeur agrégé, Département de mathématiques et génie industriel

École Polytechnique de Montréal

Téléphone : 514-340-4711 poste 4622

Courriel : thierry.warin@polymtl.ca

Description et objectif du projet de recherche

La nanotechnologie, est un secteur vaste qui contribue de manière significative à l'avancement de la science et de l'innovation dans une multitude de secteurs économiques tout en générant des milliers d'emplois et de larges exportations. La base de ce domaine est la recherche scientifique fondamentale. Or, de nos jours, les droits de propriété intellectuelle et la lourdeur des investissements requis pour ces technologies de pointe freinent ce développement et obligent les entreprises à collaborer entre elles ou avec les universités. Pour ces industries, la coopération semble aujourd'hui incontournable et nécessaire à leur survie. Toutefois, les entreprises peuvent aussi décider de ne pas collaborer. En effet, ces stratégies possèdent des risques, notamment relationnels et de performance, qui peuvent diminuer les chances de succès de la collaboration voir même d'entraîner les partenaires à leur perte.

L'objectif général de ce travail sera d'émettre des recommandations, liées à la dynamique de collaboration actuelle, à l'intention des entreprises et des gouvernements pour aider au développement économique du secteur des nanotechnologies. De manière plus précise, les objectifs spécifiques sont :

- Déterminer comment se définit le secteur des nanotechnologies et en identifier les acteurs principaux.
- Identification des avantages et des risques coopératifs auxquels sont confrontées les entreprises du secteur.

La méthodologie retenue pour ce projet de recherche est une récolte de données par questionnaire. Nous organiserons des entrevues ou des rendez-vous téléphoniques semi-dirigé avec les gestionnaires de ces organisations pour nous permettre d'obtenir des informations sur les collaborations passées ou en cours et les raisons qui poussent à les établir. On s'intéressera également aux paramètres de l'environnement de ces collaborations en cherchant à comprendre s'il la décision d'effectuer une coopération est en lien avec le moment de l'entente, la localisation des partenaires, etc. Les résultats permettront la rédaction d'un mémoire de maîtrise recherche (M.Sc.A.).

Rôle du participant

Dans le cadre de ce projet de recherche, vous êtes invité(e) à participer à une entrevue ou à répondre à un questionnaire. L'entrevue est d'une durée de 30 à 60 minutes, s'adresse à un gestionnaire ayant une vision globale des activités de votre entreprise.

Critères d'inclusion

Pour participer à cette étude, il faut que votre organisation ait un lien plus ou moins direct avec les nanotechnologies et vous devez avoir une vision globale des activités de votre entreprise. Notez que vous ne toucherez aucune rémunération pour participer à cette recherche.

Avantages de la recherche

Il sera proposé aux participants de recevoir un exemplaire des conclusions et des modèles réalisés pour ce projet de recherche. Mais aucunes données brute ne sera transmise d'une entreprise à l'autre (Uniquement les résultats agrégés et conclusions qui apparaîtront dans le mémoire final).

Le but sera également de sensibiliser les répondants aux enjeux des partenariats et d'améliorer les retombés économiques du secteur tout entier.

- Refus ou retrait de participer au projet de recherche

Votre participation à ce projet de recherche est volontaire. Tout participant désirant ne pas participer à l'étude ou se retirer en cours de participation pourra le faire, sans justification et préjudice.

Confidentialité

Les données et informations transmises par le participant seront confidentielles et utilisées uniquement à des fins de recherche. Aucune donnée recueillie au cours de la présente enquête ne permettra d'identifier une entreprise, une institution ou une personne. Les données comprises dans ce questionnaire resteront strictement confidentielles. Elles serviront exclusivement à des fins statistiques et ne seront publiées que sous forme agrégée.

Les données seront conservées informatiquement de façon confidentielle sur une période de 10 ans par le responsable, Éric Garat, ainsi que ses directeurs de recherche Nathalie de Marcellis-Warin et Thierry Warin, ayant tous signés un accord de confidentialité. Ces données seront par la suite détruites à la fin de la période de conservation de 10 ans.

Acceptez-vous les termes de confidentialités liés à ce questionnaire ?

*

Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

☐ Oui

☐ Non

Accès au chercheur

Pour tout autre renseignement sur ce projet de recherche, n'hésitez pas à communiquer avec le chercheur principal, Éric Garat, par les moyens suivant :

Téléphone : 514-985-4000 poste 3012

Courriel : eric.garat@polymtl.ca

Information sur la surveillance éthique

Après avoir discuté avec le chercheur principal, en cas de plaintes, veuillez vous adresser au président du Comité d'éthique de la Recherche (CÉR) de l'École Polytechnique de Montréal, M. Bernard Lapierre, par les moyens suivants :

Téléphone : 514-340-4711 poste 4567

Courriel : bernard.lapierre@polymtl.ca

Pour toute autre information sur le respect éthique de ce projet de recherche ou l'accord de conformité obtenu par le CÉR, veuillez communiquer avec le secrétariat du CÉR au numéro suivant :

Téléphone : 514-340-4990

Statut du répondant

Les éléments renseignés dans cette page resteront strictement confidentiels

2 [N-ENT] Nom de l'entreprise *

3 [NOM] Nom *

4 [FONCT] Fonction dans l'entreprise *

5 [TEL] Numéro de téléphone *

6 [FAX] Numéro de télécopie

7 [COUR] Adresse courriel *

Renseignements Généraux

8 [QRG0] Dans quel pays se trouve le siège social de votre entreprise ? *

9 [QRG1] Dans quels domaines votre entreprise est-elle active pour la recherche et le développement ? *

- ☐ Aérospatial et défense
- ☐ Automobile
- ☐ Energie
- ☐ Matériaux de pointe
- ☐ Produits chimiques
- ☐ Produits de consommation
- ☐ Santé
- ☐ Technologies de fabrication
- ☐ Technologies de l'information et télécommunications
- ☐ Autre:

10 [QRG1a] Dans quel(s) domaine(s) votre entreprise offre-t-elle des produits ou des services ? *

- ☐ Aérospatial et défense
- ☐ Automobile
- ☐ Energie
- ☐ Matériaux de pointe
- ☐ Produits chimiques
- ☐ Produits de consommation
- ☐ Santé
- ☐ Technologies de fabrication
- ☐ Technologies de l'information et télécommunications
- ☐ Autre:

11 [QRG2] Quel est le lien de votre entreprise avec les nanotechnologies dans ce(s) secteur(s) ? *

- ☐ Recherche et développement
- ☐ Utilisation des nanotechnologies
- ☐ Production de nanotechnologies
- ☐ Autre:

12 [QRG3] En quelle année votre entreprise a-t-elle été créée ? *

13 [QRG4] Votre entreprise est-elle cotée en bourse ? *

- ☐ Oui
- ☐ Non

14 [QRG5] Votre entreprise est-elle une Spin-off ?

- ☐ D'une université/d'un hôpital
- ☐ D'une autre entreprise de votre secteur
- ☐ D'une entreprise autre que votre secteur
- ☐ D'un organisme/laboratoire gouvernemental
- ☐ Non, mon entreprise n'est pas une Spin-off
- ☐ Autre:

Une spin-off (compagnie formée par essaimage) se définit comme une nouvelle entreprise créée en vue du transfert et de la commercialisation d'inventions et de technologies élaborées dans des universités, des entreprises ou des laboratoires.

15 [QRG7] Combien d'employés votre entreprise compte-t-elle ?

- A temps plein
- A temps partiel

Activités de l'entreprise

16 [QAE1] Combien d'outils de propriété intellectuelle (au total) votre entreprise détient-elle ? *

Vous pouvez en donner une estimation

17 [QAE2] Combien d'outils de propriété intellectuelle liés aux nanotechnologies votre entreprise détient-elle ?

Vous pouvez en donner une estimation

18 [QAE3] Votre entreprise a-t-elle des dépenses en R&D liées à la nanotechnologie ? *

- ☐ Oui
- ☐ Non

19 [QAE3a] Si oui, quelles ont été les dépenses au cours des 12 derniers mois en pourcentage de votre chiffre d'affaire ?

20 [QAE4] Dans quelle(s) zone(s) géographique se trouve votre marché cible ? *

- | | |
|---|--|
| • <input type="checkbox"/> Province de Québec | • <input type="checkbox"/> Amérique du Sud |
| • <input type="checkbox"/> Canada hors Québec | • <input type="checkbox"/> Asie |
| • <input type="checkbox"/> Amérique du Nord | • <input type="checkbox"/> Océanie |
| • <input type="checkbox"/> Europe | • <input type="checkbox"/> Afrique |

Situation financière

21 [QSF1] Quel est le chiffre d'affaire de votre entreprise ?

\$ CAN

22 [QSF2] Possédez-vous des revenus spécifiques issus de produits/procédés de nanotechnologie ?

- ☐ Oui
- ☐ Non

23 [QSF2a] Pouvez-vous donner une estimation de la part que représente ce revenu en pourcentage de votre chiffre d'affaire ?

%

24 [QSF3] D'où provient la majorité de votre financement ?

- ☐ Province de Québec
- ☐ Canada hors Québec
- ☐ Amérique du Nord
- ☐ Europe
- ☐ Amérique du sud
- ☐ Asie
- ☐ Océanie
- ☐ Afrique

25 [QSF4] Quelles sont les types de financement qui ont permis de développer votre activité ?

- ☐ Capital de risque
- ☐ Capital privé
- ☐ Source gouvernementale / Subventions
- ☐ Capital emprunté / prêts
- ☐ Marché boursier
- ☐ Fusion
- ☐ Partenariats / alliances
- ☐ Anges financiers / Famille
- ☐ Autre:

Réseaux de partenariats

26 [QRP1] Votre entreprise est-elle implantée sur des sites proches géographiquement d'entreprises ou d'institutions ayant des activités similaires ou connexes a votre domaine d'activité ? *

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	1	2	3	4	5	6	7
Eloignement	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Indiquez votre réponse sur cette échelle gradué de 1 a 7 où:

1 = Très éloignée

7 = Très proche

27 [QRP2] Votre entreprise fait-elle partie de réseaux, associations sectorielles, associations industrielles ou institutions scientifiques ? Si oui, veuillez indiquer

28 [QRP3] Veuillez préciser votre degré d'accord:

"Ces organismes devraient être plus actifs dans la coordination et le maillage entre les acteurs de votre domaine d'activités."

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	1	2	3	4 = Neutre	5	6	7
Degré d'accord:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Précisez votre degré d'accord avec:

1 = Pas du tout d'accord

4 = Neutre

7 = Absolument d'accord

Antécédents de partenariats

29 [QAL1a] Combien de partenariats votre entreprise compte-elle actuellement ? *

Nombre

Avec des universités

Avec des organismes publics

Avec des organismes privés

Vous pouvez donner une estimation

30 [QAL1b] En règle générale, vous préférez coopérer avec: *

- ☐ Universités
- ☐ Organismes publics
- ☐ Organismes privés

31 [QAL1c] Pouvez-vous citer quelques noms d'entreprises ou d'organisations avec lesquelles vous avez réalisé des partenariats ayant un lien avec des nanotechnologies ?

32 [QAL2] Comment définiriez-vous globalement vos activités de collaboration en terme de quantité ? *

Niveau de satisfaction 1 2 3 4 5

○ ○ ○ ○ ○

Définissez votre niveau de satisfaction vis à vis de votre quantité de partenariats actuelle:

1 = Très insuffisant

2 = Insuffisant

3 = Acceptable

4 = Satisfaisant

5 = Très satisfaisant

33 [QAL3] Quelles sont les raisons qui ont poussés votre entreprise à participer à ces partenariats ? *

- | | |
|--|--|
| • <input type="checkbox"/> Partage des coûts | • <input type="checkbox"/> Accroissement d'échelle des |
| • <input type="checkbox"/> Répartition des risques | procédés de production |
| • <input type="checkbox"/> Accès à la recherche et | • <input type="checkbox"/> Accès à des compétences critiques |
| développement | • <input type="checkbox"/> Accès à de nouveaux marchés |
| • <input type="checkbox"/> Développement de prototypes | • <input type="checkbox"/> Accès à de nouveaux réseaux de |
| | distribution |

34 [QAL4] Quelles sont les zones géographiques d'origine des partenaires que votre entreprise possède ? *

- ☐ Province de Québec
 - ☐ Canada hors Québec
 - ☐ Amérique du Nord
 - ☐ Europe
 - ☐ Amérique du Sud
 - ☐ Asie
 - ☐ Océanie
 - ☐ Afrique
 - ☐ Actuellement aucun partenariat en
- cours

Projets de partenariats

35 [QPP1] Êtes-vous au courant des projets de recherche actuellement en cours dans les universités de votre région ? *

- ☐ Oui
- ☐ Non

36 [QPP2] Êtes-vous au courant des activités de NanoQuébec ? *

- ☐ Oui
- ☐ Non

37 [QPP3] Jusqu'à aujourd'hui, NanoQuébec vous a permis : *

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- ☐ D'accéder a des équipements ou des laboratoires
- ☐ D'obtenir des financements
- ☐ De faire du réseautage
- ☐ De former des partenariats
- ☐ Rien
- ☐ Autre:

38 [QPP4] Projetez-vous former des partenariats avec d'autres organismes ?

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Oui	Non
Avec des universités	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Avec des organismes publics	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Avec des organismes privés	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

39 [QPP5] Quelles sont les raisons qui a l'avenir pousseraient votre entreprise a participer a des partenariats ? *

Veuillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- ☐ Partage des coûts
- ☐ Répartition des risques
- ☐ Accès à la recherche et développement
- ☐ Développement de prototypes
- ☐ Accroissement d'échelle des procédés de production
- ☐ Accès à des compétences critiques
- ☐ Accès à de nouveaux marchés
- ☐ Accès à de nouveaux réseaux de distribution

40 [QPP6] Quel est votre degré d'accord sur: "la réalisation d'un partenariat est un avantage pour mon entreprise." *

Degré d'accord 1 2 3 4 5 6 7

○ ○ ○ ○ ○ ○ ○

Indiquez votre degré d'accord avec:

1 = Pas du tout d'accord

7 = Absolument d'accord

Perception des risques

41 [DPPR1] Pendant un partenariat, de quoi avez-vous le plus peur ? *

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	1	2	3	5	6	7
Risque d'opportunisme	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Risque d'appropriation unilatérale des ressources ou des compétences	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Risque de conflits	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Risque de mauvaise performance commerciale	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Risque de mauvaise performance technologique	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Risque de mauvaise performance financière	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Risque d'un rachat ou fusion	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Indiquez l'importance accordée a chaque risque avec:

1 = aucune craintes

7 = Très peur de ce risque

42 [DPPR2] Veuillez indiquer votre degré d'accord sur les situations de partenariat suivantes : *

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	1	2	3	5	6	7
Nous avons réussi a former un partenariat chaque fois que nous le souhaitions	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
L'établissement d'un partenariat occupe une grande part des ressources de votre entreprise.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Les relations avec les partenaires sont généralement peu flexibles.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La rupture d'un partenariat est une issue envisageable.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La rupture d'un partenariat aurait de graves conséquences pour votre organisation.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Le recours aux partenariats est un moyen d'atteindre les objectifs stratégiques de votre entreprise.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Un partenariat est synonyme de risques pour mon entreprise.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Indiquez votre degré d'accord avec:

1 = Pas du tout d'accord

7 = Tout a fait d'accord

Décision de partenariat

43 [DPCI1] Parmi les caractéristiques suivantes, quelles sont celles qui ont le plus d'importance pour vous ? *

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	1	2	3	5	6	7
Proximité géographique du partenaire	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Similarité des caractéristiques du partenaire (Taille, rentabilité, culture...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Réputation du partenaire (performance et compétences relationnelles)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Motivations du partenaire [1]	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Concordance des objectifs et des stratégies	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La confiance préexistante envers mon partenaire	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Indiquez l'importance accordée a chaque énoncé avec:

1 = Peu d'importance

7 = Tres important

[1] La motivation des acteurs est souvent jugée par le degré d'implication escompté lors de la future relation de collaboration.

Fin du Questionnaire

44 [SEND] Voulez-vous recevoir par e-mail une copie du rapport final du projet (en français) contenant les conclusions, recommandations et les données récoltées sous forme agrégées ? *

- ☐ Oui
- ☐ Non

Nous vous remercions de votre collaboration.

Avez-vous des commentaires ?

Si vous avez des questions ou si vous désirez avoir des précisions concernant cette enquête, vous pouvez aussi nous contacter par e-mail : eric.garat@cirano.qc.ca

FIN

46 [COMM] Si vous avez des questions ou des commentaires quand aux conditions de confidentialités précédents, n'hésitez pas à nous en faire part afin d'améliorer le questionnaire et de mieux répondre à vos attentes :

Veuillez écrire votre réponse ici :

Envoyer votre questionnaire.
Merci d'avoir complété ce questionnaire.