



Science and Technology
Redesign Project

**Research
Paper**

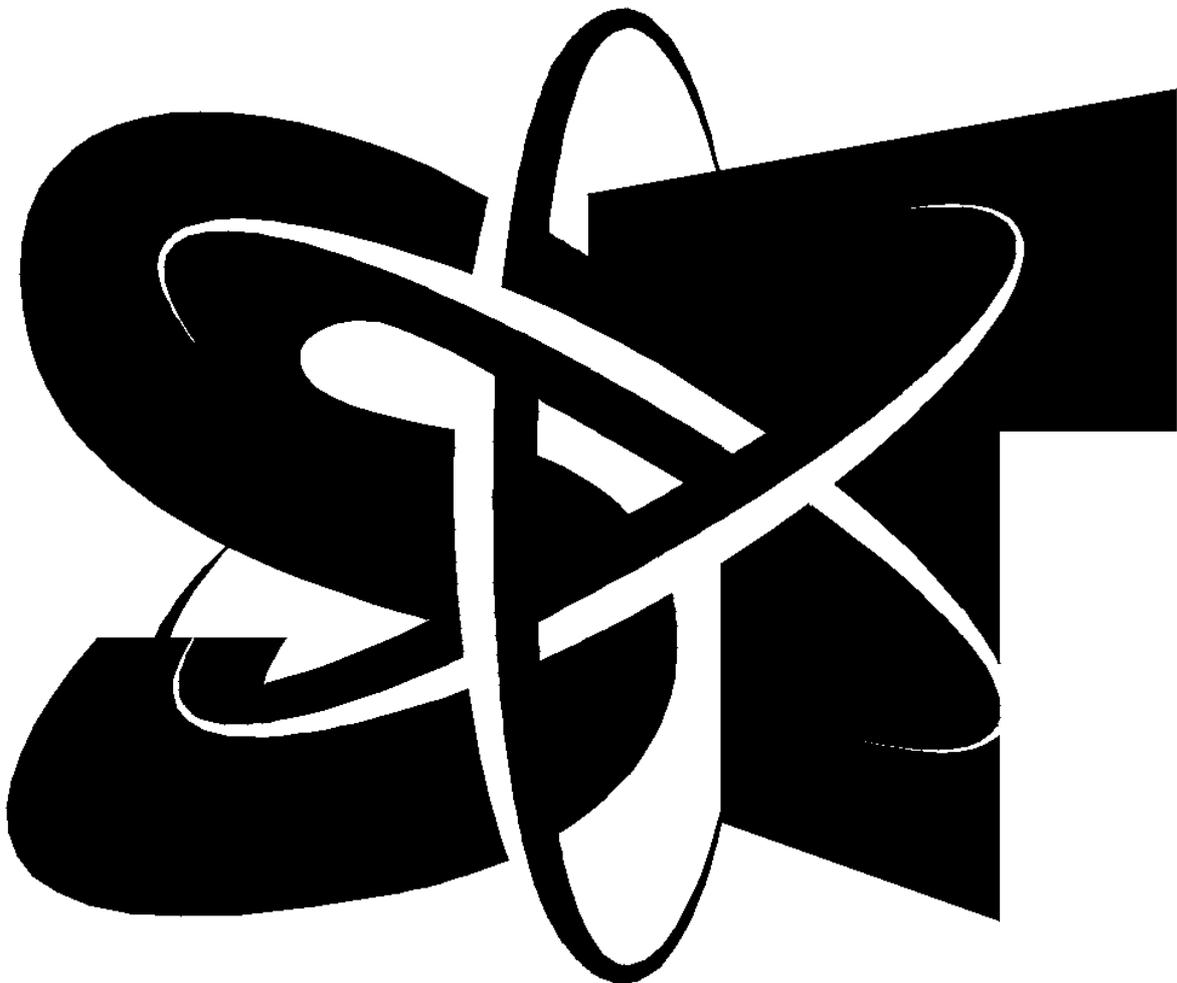
Projet de remaniement
des sciences et de la technologie

**Document
de recherche**

**LES OBSTACLES À L'INNOVATION DANS LES
INDUSTRIES DE SERVICES AU CANADA**

Pierre Mohnen et
Julio Rosa

No. 7



Sciences & Technologies



Statistics
Canada

Statistique
Canada

Canada

**LES OBSTACLES À L'INNOVATION DANS LES INDUSTRIES DE
SERVICES AU CANADA**

Novembre 1999

Pierre Mohnen

Université du Québec à Montréal et CIRANO

et

Julio Rosa

CIRANO

88F0017MPB No. 7

LE PROGRAMME D'INFORMATION SUR LES SCIENCES ET L'INNOVATION

Le programme vise à élaborer des **indicateurs utiles à l'égard de l'activité liée aux sciences et à la technologie** au Canada, dans un cadre les regroupant de manière cohérente. Pour atteindre l'objectif, des indicateurs statistiques sont en voie d'élaboration dans cinq grandes catégories :

- **Acteurs** : personnes et établissements engagés dans des activités de S-T. Au nombre des mesures prises, citons l'identification des participants en R-D et des universités qui accordent une licence pour l'utilisation de leurs technologies, ainsi que la détermination du domaine d'études des diplômés.
- **Activités** : comportent la création, la transmission et l'utilisation des connaissances en S-T, notamment la recherche et le développement, l'innovation et l'utilisation des technologies.
- **Liens** : moyen par lequel les connaissances en S-T sont communiquées aux intervenants. Au nombre des mesures, on compte l'acheminement des diplômés vers les industries, l'octroi à une entreprise d'une licence pour l'utilisation de la technologie d'une université, la copaternité de documents scientifiques, la source d'idées en matière d'innovation dans l'industrie.
- **Résultats** : résultats à moyen terme d'activités. Dans une entreprise, l'innovation peut entraîner la création d'emplois plus spécialisés. Dans une autre, l'adoption d'une nouvelle technologie peut mener à une plus grande part de marché.
- **Incidences** : répercussions à plus long terme des activités, du maillage et des conséquences. La téléphonie sans fil résulte d'activités, de maillage et de conséquences multiples. Elle présente une vaste gamme d'incidences économiques et sociales, comme l'augmentation de la connectivité.

Statistique Canada veille à l'élaboration actuelle et future de ces indicateurs, de concert avec d'autres ministères et organismes et un réseau d'entrepreneurs.

Avant la mise en route des travaux, les activités liées à la S-T étaient évaluées uniquement en fonction de l'investissement en ressources financières et humaines affectées au secteur de la recherche et du développement (R-D). Pour les administrations publiques, on ajoutait l'évaluation de l'activité scientifique connexe (ASC), comme les enquêtes et les essais courants. Cette évaluation donnait un aperçu limité des sciences et de la technologie au Canada. D'autres mesures s'imposaient pour améliorer le tableau.

L'innovation rend les entreprises concurrentielles, et nous poursuivons nos efforts pour comprendre les caractéristiques des entreprises novatrices et non novatrices, particulièrement dans le secteur des services, lequel domine l'économie canadienne. La capacité d'innover repose sur les personnes, et des mesures sont en voie d'élaboration au sujet des caractéristiques des personnes qui se trouvent dans les secteurs menant l'activité scientifique et technologique. Dans ces secteurs, des mesures sont en train d'être établies au sujet de la création et de la perte d'emplois en vue de cerner l'incidence des changements technologiques.

Le gouvernement fédéral est un intervenant clé en matière de sciences et de technologie, secteur dans lequel il investit plus de cinq milliards par année. Autrefois, on ne connaissait que les sommes dépensées par le gouvernement et l'objet de ces dépenses. Dans notre rapport, **Activités scientifiques fédérales, 1998 (Cat. n° 88-204)**, on publiait, au départ, des indicateurs d'objectifs socioéconomiques afin de préciser comment on dépensait les fonds affectés à la S-T. En plus de servir de fondement à un débat public sur les priorités en matière de dépenses gouvernementales, tous ces renseignements ont servi de contexte aux rapports de rendement de ministères et d'organismes individuels.

Depuis avril 1999, la Division des sciences, de l'innovation et de l'information électronique est responsable du programme.

La version finale du cadre servant de guide à l'élaboration future d'indicateurs a été publiée en décembre 1998 (**Activités et incidences des sciences et de la technologie - cadre conceptuel pour un système d'information statistique, Cat. n° 88-522**). Ce cadre a donné lieu à un **Plan stratégique quinquennal pour le développement d'un système d'information sur les sciences et la technologie (Cat. n° 88-523)**.

On peut désormais transmettre des informations sur le système canadien des sciences et de la technologie et montrer le rôle du gouvernement fédéral dans ce système.

Nos documents de travail et de recherche sont accessibles sans frais à l'adresse du site Internet de Statistique Canada : http://www.statcan.ca/français/research/scilist_f.htm.

PERSONNES-RESSOURCES À CONTACTER POUR DE PLUS AMPLES INFORMATIONS

Division des sciences, de l'innovation et de l'information électronique

Directeur Dr. F.D. Gault (613-951-2198)

Directeur adjoint Brian Nemes (613-951-2530)

Programme d'information sur les sciences et la technologie

Chef, Développement des indicateurs

Dr. Frances Anderson (613-951-6307)

Chef, Indicateurs du savoir

Michael Bordt (613-951-8585)

Chef, Innovation

Daood Hamdani (613-951-3490)

Chef, Section des sciences de la vie

Antoine Rose (613-951-9919)

Section des sciences et de la technologie

Agent supérieur de projet

Don O'Grady (613-951-9923)

Chef, secteur publique

Bert Plaus (613-951-6347)

Agent supérieur de projet

Janet Thompson (613-951-2580)

Télécopieur: (613-951-9920)

Documents de recherche

Les Documents de recherche publient des travaux relatifs aux questions liées à la science et la technologie. Tous les documents sont sujets à un contrôle interne. Les opinions exprimées dans les articles sont celles des auteurs et ne sont pas nécessairement partagées par Statistique Canada.

TABLE DES MATIÈRES

LE PROGRAMME D'INFORMATION SUR LES SCIENCES ET L'INNOVATION	3
TABLE DES MATIÈRES	7
LES OBSTACLES À L'INNOVATION DANS LES INDUSTRIES DE SERVICES AU CANADA.....	9
INTRODUCTION.....	11
1. PRÉSENTATION DE LA BASE DE DONNÉES	13
3. COMPLÉMENTARITÉ ENTRE LES OBSTACLES À L'INNOVATION.....	27
CONCLUSION	39
ANNEXE 1 – MODÈLE ÉCONOMÉTRIQUE.....	41
ANNEXE 2 -- OBSTACLES À L'INNOVATION.....	45
BIBLIOGRAPHIE.....	47
POUR COMMANDER DES PUBLICATIONS CATALOGUÉES	48

LES OBSTACLES À L'INNOVATION DANS LES INDUSTRIES DE SERVICES AU CANADA

Pierre Mohnen

Université du Québec à Montréal et CIRANO

Julio Rosa

*CIRANO**

RÉSUMÉ- De nombreux travaux se sont penchés sur les conditions qui favorisent les efforts en matière d'innovations technologiques dans les entreprises canadiennes. L'objectif de cette étude est d'examiner l'innovation sous l'angle opposé, à savoir les obstacles à l'innovation. Nous examinons sous différents angles les obstacles à l'innovation perçus par les entreprises canadiennes dans les industries de la communication, de la finance et des services techniques, qui ont fait l'objet de la deuxième enquête innovation menée par Statistique Canada. D'une part nous essayons de faire ressortir quelques facteurs explicatifs de la perception des obstacles à partir d'une analyse des données et d'un modèle économétrique. D'autre part nous cherchons à trouver dans quelle mesure certains obstacles sont complémentaires entre eux. Si complémentarité il y a, il faut pour remédier efficacement aux barrières à l'innovation adopter une approche systémique.

ABSTRACT- Many economic studies have examined the conditions under which innovation occurs in Canadian firms. We take the opposite view and look at the impediments to innovations perceived by Canadian firms. We focus on three service sectors: communication, financial services and technical business services. The data come from the second innovation survey conducted by Statistics Canada. The first objective of this paper is to explain why firms perceive differently the obstacles to innovation. We do so by performing a data analysis and an econometric analysis. The second objective is to find out whether some obstacles are complementary. If there is complementarity, a systems approach is called for to efficiently remove innovation barriers.

* Nous remercions Jacques Robert, Emmanuel Nyahoho et Adam Holbrook pour leurs commentaires pertinents et Fred Gault pour son encouragement. Nous sommes reconnaissants à Statistique Canada de nous avoir donné accès aux données de l'enquête innovation sur les services. Cette étude fut financée par la Division des sciences, de l'innovation et de l'information électronique de Statistique Canada.

INTRODUCTION

L'innovation, qui depuis toujours est au cœur du progrès, est devenue dans le monde actuel une activité primordiale des entreprises. La mondialisation des affaires oblige les entreprises à s'ajuster continuellement et rend la concurrence plus féroce qu'autrefois. La course à l'innovation, que ce soit au niveau des produits, au niveau des procédés de fabrication ou au niveau de l'organisation interne des firmes, ne pardonne pas à ceux qui ne savent pas ou qui refusent de s'y plier.

Il nous semble dès lors important de savoir pourquoi certaines entreprises n'innovent pas et pourquoi certaines innovent plus que d'autres. Beaucoup d'études se sont penchées sur les déterminants de l'innovation et de la R-D en particulier. Les facteurs les plus examinés sont la taille des entreprises, le degré de concurrence, l'opportunité technologique et la capacité d'appropriation des bénéfices de l'innovation (voir Cohen (1995) et Kleinknecht (1996) pour un état de nos connaissances sur ce point). Les résultats empiriques sont encore assez mitigés. Une approche alternative consiste à examiner les freins à l'innovation. Or les enquêtes innovation comportent précisément des questions relatives à ces entraves telles que les perçoivent les firmes répondantes. Le but de cette étude est d'examiner sous différents angles les obstacles à l'innovation perçus par les entreprises canadiennes dans les industries de services les plus dynamiques, à savoir celles des communications, de la finance et des services techniques, qui ont fait l'objet de la deuxième enquête innovation menée par Statistique Canada.

Mais au-delà de l'identification des facteurs qui font percevoir les entraves à l'innovation, notre objectif principal dans cette étude est de discerner des complémentarités entre ces entraves et des regroupements d'obstacles à partir de ces complémentarités.

Il est fort possible que certains obstacles soient interreliés. Ainsi, nous devrions nous attendre à ce qu'un manque de fonds propres entraîne un manque de capitaux externes, puisqu'il est probable que la capacité de financement à court terme soit liée à la capacité de financement de long terme. Surtout dans le domaine risqué de l'innovation, des pourvoyeurs de fonds verront d'un bon œil, ou exigeront même, une mise de fonds propre de la part des innovateurs. La perception des coûts élevés comme barrière à l'innovation va vraisemblablement de pair avec un manque perçu de fonds propres ou de capitaux extérieurs. De même, nous nous attendons à ce qu'une pénurie de personnel qualifié, un manque d'équipement spécialisé et des difficultés de financement mènent graduellement à des problèmes au niveau de la faisabilité et éventuellement de la réussite de l'innovation. D'autres obstacles plus institutionnels que techniques peuvent venir menacer le bon déroulement d'un projet d'innovation. L'état d'esprit qui caractérise le "leadership" d'une entreprise se reflète dans la qualité et la compétence de son meneur mais également dans la qualification du groupe qui compose l'équipe. Par conséquent, il est probable que le manque de qualification du personnel entraîne des résistances internes à la bonne démarche qui conduit à l'innovation. La résistance interne devrait elle tout naturellement conduire à des processus administratifs plus pesants.

L'existence de telles complémentarités entraîne deux conséquences, l'une en matière de politique économique, l'autre en matière de formulation des enquêtes innovation. Si certains obstacles dépendent l'un de l'autre ou se renforcent mutuellement, il ne servira à rien de les combattre individuellement. Au contraire, une politique systémique sera de mise. Dans un sens, c'est ce que prêchent depuis belle lurette les défenseurs de la notion de systèmes nationaux d'innovation. Un

système d'innovation se base sur un certain nombre de règlements, institutions, organisations, choix de localisation des centres de recherche et d'apprentissage, réseaux de chercheurs, types de financement, bref sur tout un enchevêtrement de caractéristiques interdépendantes reliées à l'innovation qui constituent un système. Notre analyse devrait faire ressortir les éléments essentiels de ce système et en quelque sorte ses propres limites.

L'autre utilité de cet exercice de classification ou de regroupements des obstacles a trait à la formulation des enquêtes innovation. Dans la base de données de l'enquête innovation de Statistique Canada portant sur les services, les obstacles sont groupés sur la base des critères suivants: les risques de faisabilité, les coûts élevés, le manque de disponibilité des intrants, les résistances internes à la firme et les lois et règlements.¹ Dans leur étude sur les données de cette même enquête, Baldwin et al (1998) ont proposé comme regroupements thématiques les risques de nature technique et de faisabilité, les entraves financières et les autres entraves. Si de tels regroupements s'avèrent exister, il se pourrait bien que les firmes aient tendance à répondre de la même manière aux obstacles faisant partie d'un même groupe, auquel cas on pourrait dans l'avenir fort bien réduire le nombre de questions des enquêtes, sachant qu'une certaine réponse a de fortes probabilités d'en entraîner une autre. Nous allons constater dans la suite de l'étude qu'un regroupement peut très bien être implicitement suggéré par la façon dont le questionnaire est organisé. Une telle organisation des obstacles n'est pas souhaitable, puisqu'elle est induite par la logique propre à l'enquête. Au terme de notre analyse, nous pourrions faire des suggestions pour établir un questionnaire où il existe une certaine exogénéité des relations entre les questions.

Enfin, les complémentarités et les regroupements entre obstacles qui ressortiront de cette analyse pourront servir de référence à une éventuelle comparaison avec d'autres enquêtes du même type, en particulier une comparaison internationale .

Le papier est structuré comme suit. Dans la deuxième section, nous présentons les données. Dans la section 3, nous en faisons une analyse descriptive selon quelques axes de variation. Dans la section 4, nous analysons les complémentarités entre obstacles en faisant une analyse en composantes principales et en estimant un modèle probit multivarié ordonné. Dans la conclusion, nous résumons les principaux résultats de cette étude .

¹ Ces intitulés correspondent à ceux qui se retrouvent sur le questionnaire même de l'enquête, à ceci près que la base de données mise à notre disponibilité ne contient pas trois des obstacles apparaissant sur le questionnaire.

1. PRÉSENTATION DE LA BASE DE DONNÉES

La présente étude porte sur les données des entreprises innovantes des données issues de l'enquête innovation 1996 dans les services, menée par Statistique Canada. L'échantillon comporte trois groupes d'industries: le secteur de la communication, celui de la finance et celui des services techniques (voir tableau 1).

Pour ces groupes d'industries nous disposons respectivement de 341, 90 et 1960 entreprises et de 147 variables. Celles que nous avons prises en considération sont axées sur la compréhension des entraves à l'innovation dans ces trois groupes d'industries. Le tableau 2 donne la comparaison entre notre base de données et la population dans les trois groupes d'industries étudiés. La représentativité de notre échantillon est de 38 % dans la communication, 54 % dans les services financiers et de 9 % pour les services techniques.

TABLEAU 1

Les sous-secteurs de chaque groupe d'industrie (CTI, 1980)

Groupes d'industrie	Sous-secteurs
Communications	Radiodiffuseur (cti 4811) Télédiffuseur (cti 4812) Radiodiffuseur et télédiffuseur combinés (cti 4813) Télédistributeur (cti 4814) Entreprises de télécommunications (cti 4821) Autres entreprises de télécommunications (cti 4839)
Services financiers	Banques à charte (cti 7021) Sociétés de fiducie (cti 7031) Assurance-vie (cti 7311)
Services techniques	Entreprises de services informatiques (cti 7721) Entreprises d'entretien et de réparation d'équipement informatique (cti 7722) Cabinets d'ingénierie (cti 7752) Autres entreprises de services scientifiques et techniques (cti 7759)

TABLEAU 2
Représentativité de l'échantillon

Groupe d'industrie	Nombre d'entreprises dans l'échantillon	Population des entreprises
Communications	341	895
Services financiers	90	168
Services techniques	1960	21053

Les industries innovantes dans notre échantillon d'industries de services au Canada sont en majorité de petite taille: 83 % des entreprises innovantes des secteurs de la communication, de la finance et des services techniques ont moins de 100 employés. Le secteur de la communication détient le plus haut pourcentage (62 %) des firmes innovantes de moins de 20 employés (tableau 3). Dans le secteur de la finance, les entreprises sont plus grandes que dans les deux autres secteurs: 26 % d'entre elles ont plus de 500 employés. Dans le secteur des services techniques, les entreprises ont pour la plupart entre 20 et 99 employés. Du fait de sa prédominance dans l'échantillon global, ce secteur a une répartition de la taille des entreprises qui est très proche de la répartition moyenne dans tout l'échantillon.

TABLEAU 3
Répartition des firmes innovantes par taille (en pourcentage)

Groupe d'industrie	Moins de 20 employés	De 20 à 99 employés	De 100 à 499 employés	Plus de 500 employés
Communication	62	23	8	7
Services financiers	7	34	33	26
Services techniques	48	37	9	6
Les trois secteurs	48	35	10	7

2. LA PERCEPTION DES BARRIÈRES À L'INNOVATION : ANALYSE DESCRIPTIVE

Nous passerons en revue dans cette section la manière dont les barrières à l'innovation sont perçues par les répondants, suivant leur appartenance industrielle, leur taille, l'existence de dépenses de recherche et développement et l'intensité ressentie de la concurrence.

LA PERCEPTION DES BARRIÈRES À L'INNOVATION SELON LE SECTEUR

Dans l'enquête innovation, les réponses aux différentes entraves à l'innovation sont classées sur une échelle de Likert de (1) à (6) où (1) désigne une perception négligeable de l'entrave et (5) une perception primordiale. Le niveau de réponse (6) est réservé aux répondants qui jugent la question posée non pertinente. Nous avons résumé dans le tableau 4 le niveau de perception moyen des obstacles à l'innovation (moyenne arithmétique sur les treize obstacles) dans chacun des secteurs. En moyenne sur les trois secteurs, 25 % des répondants trouvent les obstacles cités non pertinents. La plupart des réponses se situent dans la catégorie neutre « modérément important ». Le pourcentage de réponses dans les catégories (4) et (5) est assez proche du pourcentage de réponses dans les catégories (1) et (2). Par contre, seuls 6 % des répondants considèrent les obstacles comme primordiaux alors que 13 % les considèrent carrément négligeables. La répartition n'est pas très différente entre secteurs. Elle est un peu plus forte dans les services techniques, plus modérée dans le secteur de la finance et plus souvent non pertinente dans le secteur de la communication.

TABLEAU 4

Répartition de la perception des obstacles par niveau et par secteur

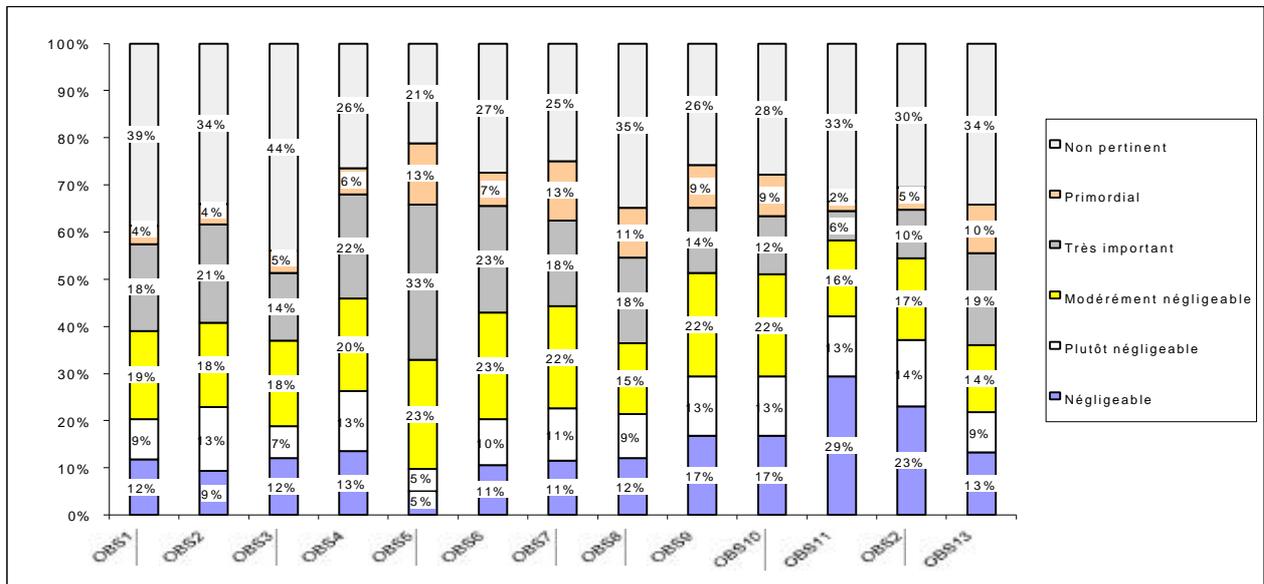
	Non pertinent (6)	Primordial (5)	Très important (4)	Modérément important (3)	Plutôt négligeable (2)	Négligeable (1)
Communication	31%	8%	18%	19%	11%	14%
Finance	25%	3%	19%	24%	18%	11%
Services Techniques	19%	8%	23%	22%	14%	14%
Tous les secteurs	25%	6%	20%	22%	14%	13%

Afin de visualiser le degré d'importance accordé à chacune des 13 barrières à l'innovation, nous avons représenté sur les graphiques 2.1 à 2.3, pour chacun des secteurs, la répartition des réponses par niveau d'intensité.

Secteur de la communication

Graphique 2.1

Répartition par intensité de chacune des entraves à l'innovation dans le secteur de la communication (en pourcentage)



Comme nous l'avons déjà noté, près d'un tiers des firmes considèrent les questions aux obstacles non pertinentes. Si l'on cumule le pourcentage à la fois des réponses perçues comme négligeables et non pertinentes, on en déduit que pour 45 % des firmes de ce secteur les barrières à l'innovation sont perçues comme peu contraignantes. Les obstacles les moins contraignants sont ceux reliés au risque (OBS 1 à 3).

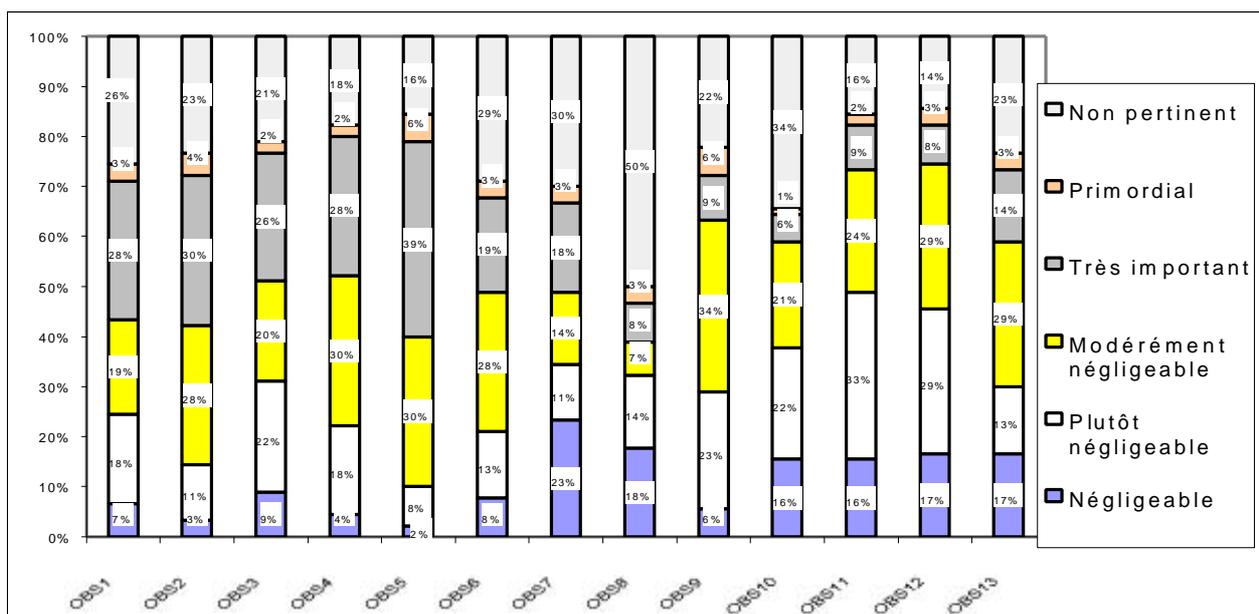
Un autre constat, qui comme on le verra se généralise pour les deux autres secteurs, est que la barrière à l'innovation la plus imposante est le coût élevé des projets d'innovation (OBS5). Pour près de 33 % des firmes de ce secteur c'est une entrave très importante et pour 13 % d'entre elles c'est une entrave primordiale. Ce fait est aussi noté par J. Baldwin et al. (1998). Les obstacles les plus importants sont ceux reliés aux coûts et aux capitaux (OBS 4 à 8) et ceux reliés aux lois et règlements (OBS13). Pour ces obstacles, la somme des réponses (4) et (5) dépasse 25 % du total des réponses.

Secteur de la finance

Ce qu'il y a de remarquable dans ce secteur, c'est le pourcentage faible de réponses de niveau primordial (3 % en moyenne) relativement aux deux autres secteurs. Le secteur financier se sent touché de manière modérée par l'ensemble des entraves à l'innovation. Les entraves les plus importantes dans ce secteur sont apparemment les obstacles 1 à 5, avec encore une fois les coûts comme le facteur prépondérant. Les manques de fonds, de personnel, de volonté à innover ne semblent pas constituer des obstacles majeurs, ni d'ailleurs les lois et règlements. Si les institutions financières font preuve de prudence vis-à-vis des nouvelles réalisations technologiques, cette prudence semble davantage liée aux risques de faisabilité et de débouché sur les marchés qu'à un risque réel de manque de fonds.

Graphique 2.2

Répartition par intensité de chacune des entraves à l'innovation dans le secteur de la finance
(en pourcentage)



Secteur des services techniques

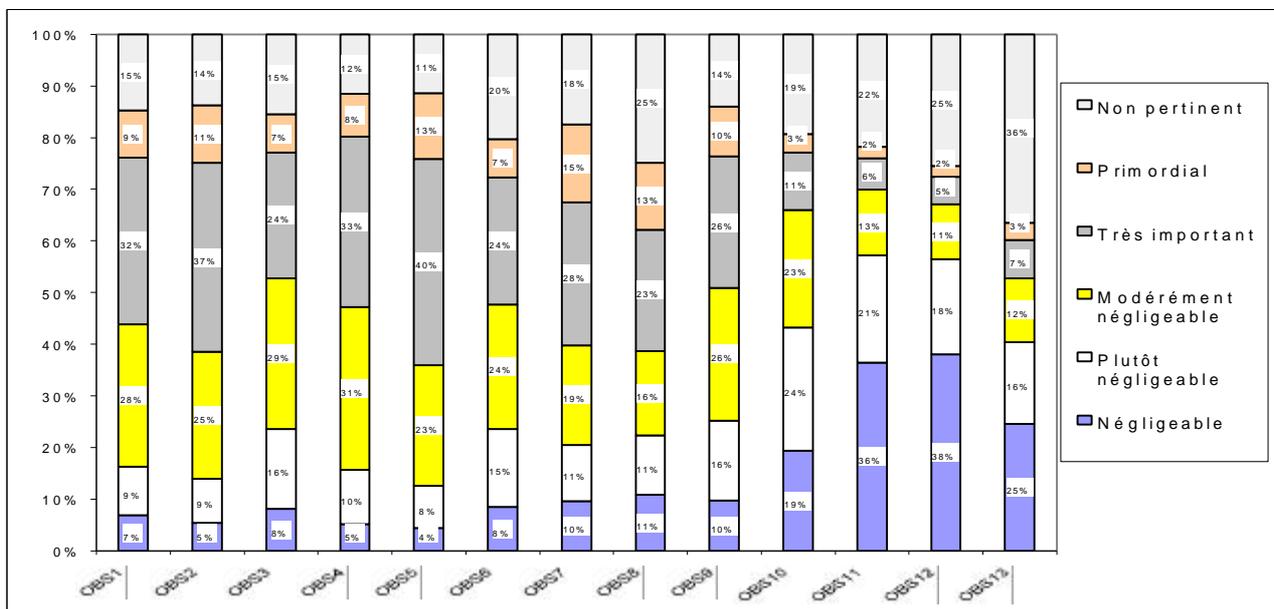
Parmi les trois secteurs pris en considération dans notre étude, le secteur des services techniques est sans aucun doute celui pour lequel les obstacles à l'innovation sont le plus fortement ressentis. Ce secteur est également celui pour lequel les obstacles non pertinents, c'est-à-dire de niveau 6, sont les moins importants. Plus généralement, le niveau de perception de l'ensemble des obstacles est plus prononcé dans ce secteur.

Les réponses (4) et (5) représentent 30 % à 50 % des réponses pour les obstacles 1 à 9. Le manque d'équipement, la résistance interne au changement et l'environnement réglementaire ne sont pas perçus comme contraignants.

Par contraste aux deux autres secteurs, les obstacles 7 à 9, c'est-à-dire le manque de fonds propres, le manque de capitaux externes et le manque de personnel qualifié, sont des entraves dont la perception est particulièrement marquée.

Graphique 2.3

Répartition par intensité de chacune des entraves à l'innovation dans le secteur des services techniques (en pourcentage)



Toujours par contraste aux deux autres industries, nous pouvons également remarquer que la perception des risques liés à l'environnement juridique (OBS13) a une prépondérance beaucoup moins prononcée dans le secteur des services techniques. En effet, seulement 22 % des firmes de ce secteur ont répondu que cet obstacle était d'un niveau primordial, très important ou modérément négligeable, contre 45 % des firmes de la finance et 43 % de celles en communication. Ceci est peut-être dû au fait que le secteur de l'informatique, et particulièrement l'inforoute, ne relèvent pas encore d'un cadre réglementaire spécifique.

En conclusion, pour un pourcentage assez élevé de répondants, les barrières à l'innovation contenues dans l'enquête sont jugées pertinentes. L'obstacle majeur dans les trois secteurs est le coût élevé lié aux innovations. Certains obstacles paraissent toucher davantage certains secteurs que d'autres. Ainsi, nous avons constaté que le secteur des communications est plus sensible aux entraves juridiques, le secteur des services techniques est plus sensible aux obstacles liés au manque de qualification du personnel et les institutions financières sont davantage concernées

par les risques liés à l'innovation. L'ensemble des barrières à l'innovation a moins d'emprise sur le secteur financier, qui rappelons-le, possède le plus haut taux d'entreprises de grande taille.

LA PERCEPTION DES BARRIÈRES À L'INNOVATION SELON LA TAILLE, TOUS SECTEURS CONFONDUS

Pour 13 % des entreprises de moins de 100 employés, les entraves à l'innovation sont perçues en moyenne comme très importantes à primordiales, alors que cette proportion baisse à 2.5 % pour les firmes de plus de 100 employés. Plus la taille des entreprises augmente, moins les entraves à l'innovation sont perçues comme fortes (tableau 5).

Il est intéressant de noter que la hiérarchie donnée à l'importance des obstacles est relativement indépendante de la taille des entreprises. L'obstacle le plus important, tant pour les petites que pour les grandes firmes demeure les coûts élevés. Baldwin et Lin (1999) font le même constat à partir des données de l'enquête canadienne sur l'adoption de nouvelles technologies. On peut ensuite distinguer deux groupes d'entraves : d'une part le manque de financement et de personnel qualifié, qui perd vite de son importance avec la taille des firmes, d'autre part les risques de faisabilité et de réussite, qui décroissent aussi en importance perçue avec la taille, mais moins fortement. Le groupe d'obstacles perçus comme relativement moins contraignants comprend le manque d'équipement, la résistance interne à l'innovation, les délais administratifs et l'environnement réglementaire. Parmi eux, le manque d'équipement et les lois et règlements semblent être des obstacles plus importants pour les firmes de moindre taille.

TABLEAU 5

Proportion de répondants jugeant les obstacles très importants à primordiaux (en pourcentage)

	Firmes de moins de 20 employés	Firmes de 20 à 99 employés	Firmes de 100 à 499 employés	Firmes de plus de 500 employés
OBS1 – Risque élevé lié à la faisabilité du projet d'innovation	17	14	4	3
OBS2 – Risque élevé concernant la réussite sur le marché visé par l'innovation	19	16	5	4
OBS3 – L'innovation est facilement copiée par d'autres entreprises	15	10	3	2
OBS4 – Difficulté de prédire les coûts de l'innovation	17	14	5	3
OBS5 – Coûts élevés des projets d'innovation	23	18	5	5
OBS6 – Longue période d'amortissement des innovations	16	10	3	2
OBS7 – Manque de fonds propres pour la mise en oeuvre de projets innovants	21	15	3	2
OBS8 – Manque de capitaux extérieurs pour des projets d'innovation	18	12	2	2
OBS9 – Manque de personnel qualifié pour des projets d'innovation	14	13	3	2
OBS10 – Manque d'équipement pour la mise en oeuvre de projets d'innovation	8	6	1	0
OBS11 – Résistance interne à l'innovation	3	4	1	1
OBS12 – Longs processus administratifs ou d'approbation pour la mise en oeuvre de projets d'innovation	4	3	1	1
OBS13 – Lois et règlements ayant une incidence sur des projets d'innovation	7	5	1	1

LA PERCEPTION DES BARRIÈRES À L'INNOVATION SUIVANT QUE SE FAIT OU NON DE LA R-D

A défaut de données sur les firmes non-innovantes, nous avons examiné si les firmes qui font de la recherche-développement répondent aux différents obstacles de la même manière que celles qui n'en font pas. Pour ce faire, nous avons comptabilisé dans les tableaux 6 et 7 les réponses aux six niveaux de perception des barrières à l'innovation pour les entreprises qui font de la R-D et pour celles qui n'en font pas en pourcentage du nombre total d'entreprises appartenant à chaque groupe.

TABLEAU 6

**Répartition des réponses par niveau de perception des barrières à l'innovation,
pour les entreprises qui font de la R-D (en pourcentage)**

Niveau de Perception	ENTREPRISES QUI FONT DE LA R-D					
	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4	Niveau 5	Niveau 6
OBS1 – Risque élevé lié à la faisabilité du projet d'innovation	6	10	28	37	11	8
OBS2 – Risque élevé concernant la réussite sur le marché visé par l'innovation	4	9	25	42	13	7
OBS3 – L'innovation est facilement copiée par d'autres entreprises	8	17	31	27	8	9
OBS4 – Difficulté de prédire les coûts de l'innovation	4	11	33	37	9	6
OBS5 – Coûts élevés des projets d'innovation	3	8	25	45	15	5
OBS6 – Longue période d'amortissement des innovations	9	15	28	27	8	14
OBS7 – Manque de fonds propres pour la mise en oeuvre de projets innovants	10	11	20	30	17	12
OBS8 – Manque de capitaux extérieurs pour des projets d'innovation	10	12	18	26	15	19
OBS9 – Manque de personnel qualifié pour des projets d'innovation	10	16	27	27	11	9
OBS10 – Manque d'équipement pour la mise en oeuvre de projets d'innovation	21	26	24	12	4	14
OBS11 – Résistance interne à l'innovation	38	23	12	6	2	18
OBS12 – Longs processus administratifs ou d'approbation pour la mise en oeuvre de projets d'innovation	40	20	12	6	2	20
OBS13 – Lois et règlements ayant une incidence sur des projets d'innovation	27	18	15	9	4	28

TABLEAU 7

Répartition des réponses par niveau de perception des barrières à l'innovation, pour les entreprises qui ne font pas de la R-D (en pourcentage)

	ENTREPRISES QUI NE FONT PAS DE LA R-D					
Niveau de perception	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4	Niveau 5	Niveau 6
OBS1 – Risque élevé lié à la faisabilité du projet d'innovation	11	10	22	19	3	36
OBS2 – Risque élevé concernant la réussite sur le marché visé par l'innovation	9	10	21	20	5	35
OBS3 – L'innovation est facilement copiée par d'autres entreprises	11	11	21	16	4	38
OBS4 – Difficulté de prédire les coûts de l'innovation	10	12	24	22	6	27
OBS5 – Coûts élevés des projets d'innovation	7	7	22	29	10	26
OBS6 – Longue période d'amortissement des innovations	9	13	18	20	6	35
OBS7 – Manque de fonds propres pour la mise en oeuvre de projets innovants	11	11	19	19	9	32
OBS8 – Manque de capitaux extérieurs pour des projets d'innovation	13	10	13	16	8	41
OBS9 – Manque de personnel qualifié pour des projets d'innovation	12	15	23	16	6	28
OBS10 – Manque d'équipement pour la mise en oeuvre de projets d'innovation	16	16	20	11	4	34
OBS11 – Résistance interne à l'innovation	28	15	17	6	2	32
OBS12 – Longs processus administratifs ou d'approbation pour la mise en oeuvre de projets d'innovation	27	16	13	6	3	36
OBS13 – Lois et règlements ayant une incidence sur des projets d'innovation	16	9	11	11	5	48

L'analyse des tableaux 6 et 7 indique que les entreprises qui font de la R-D perçoivent plus fortement les obstacles à l'innovation. Pour ces firmes, la plupart des réponses se situent entre les niveaux (3) et (5). Pour les entreprises qui ne font pas de R-D, le niveau (6) est prédominant, c'est-à-dire que pour ces dernières la plupart des obstacles à l'innovation ne sont pas des barrières pertinentes. La structure des réponses diffère d'autant plus que le niveau de perception des obstacles est important.

A priori on se serait attendu à ce que ce soient les firmes qui perçoivent fortement les obstacles qui ne fassent pas de la recherche et développement. La causalité semble plutôt aller dans l'autre sens : la perception des obstacles augmentant avec le fait de faire de la R-D. Il est en effet plausible que certains problèmes ne soient effectivement rencontrés que lorsque les entreprises y font face. Ce genre de constat a aussi été fait par Baldwin et Lin (1999), qui rapportent une relation croissante entre l'intensité d'utilisation des nouvelles technologies au Canada et la perception des entraves.

LA PERCEPTION DES BARRIÈRES À L'INNOVATION SELON L'INTENSITÉ CONCURRENTIELLE

En dernier lieu, nous allons comparer les réponses aux entraves à l'innovation pour différents niveaux de perception de la concurrence. Nous avons choisi deux groupes de firmes: celles qui jugent l'environnement concurrentiel plus faible que la moyenne de l'échantillon et les autres. Nous avons défini l'environnement concurrentiel par rapport aux sept dimensions de la concurrence contenues dans le questionnaire de l'enquête innovation: la concurrence par les prix, la capacité d'adaptation aux exigences des clients, la qualité, le service à la clientèle, l'adaptation du produit à l'usager, la capacité de proposer un large éventail de produits connexes, et enfin l'introduction fréquente de produits nouveaux ou améliorés. Pour ces sept critères, les firmes ont donné un niveau de perception du degré de concurrence dans leur secteur respectif sur une échelle de 1 à 5. Pour séparer notre échantillon en deux groupes nous avons calculé une moyenne du niveau de réponse aux sept critères pour l'ensemble de l'échantillon et comparé la moyenne générale au niveau moyen de réponse pour chacune des firmes. Signalons que la moyenne générale se situe à 3.4, et que 766 entreprises se trouvent classées dans le groupe faible contre 1459 dans le groupe fort. Nous avons éliminé 166 entreprises, dont 47 qui n'ont répondu à aucune question et 119 qui ont trouvé les questions non pertinentes .

Le premier constat que nous pouvons faire est que seule une entreprise sur trois se retrouve dans le groupe des firmes qui jugent l'environnement concurrentiel, tel qu'on l'a défini, comme faible. La moyenne générale que nous avons prise pour référence est à un niveau de perception de l'environnement concurrentiel que l'on pourrait qualifier de modérément fort. Cette remarque est importante car même parmi les firmes qui se trouvent dans le groupe faible certaines peuvent avoir une moyenne qui dépasse 3.0, ce qui signifie qu'elles estiment tout de même le marché comme étant concurrentiel. Les firmes qui sont moins sensibles à l'environnement concurrentiel le sont en général soit parce qu'elles n'ont pas de concurrents directs, soit parce qu'elles évoluent dans un cadre où la fréquence des changements technologiques est faible.

Le tableau 8 révèle que les entreprises qui font face à moins de concurrence ont tendance à considérer les questions des entraves comme non pertinentes ou les entraves elles-mêmes comme négligeables, tandis que les entreprises soumises à plus de concurrence ont tendance à considérer les obstacles comme plus sévères. Ce constat peut signifier que la concurrence est un incitant à

l'innovation et que les firmes les plus innovantes sont celles qui perçoivent le plus les obstacles à l'innovation ou tout simplement, que les obstacles à l'innovation sont d'autant plus sévères que la concurrence est élevée.

TABLEAU 8

Distribution des réponses à la perception des obstacles à l'innovation suivant le degré de concurrence

	Non pertinent (6)	Primordial (5)	Très important (4)	Modérément important (3)	Plutôt négligeable (2)	Négligeable (1)
Concurrence faible	25 %	7 %	19 %	20 %	14 %	16 %
Concurrence forte	17 %	9 %	25 %	23 %	14 %	13 %

Si nous jetons un dernier coup d'œil sur les statistiques descriptives des obstacles à l'innovation (tableau 9), nous voyons que le coût élevé des projets d'innovation est l'obstacle le plus fortement ressenti en moyenne et que les obstacles 11 à 13 (résistance interne à l'innovation, la longueur des processus administratifs et les lois et règlements) sont les entraves les moins sévères aux yeux des répondants. Les réponses sont assez variées sur la question du manque de fonds propres (OBS 7) alors qu'elles sont relativement uniformes pour ce qui a trait au manque de personnel qualifié (OBS 9) et aux obstacles d'organisation interne à l'entreprise (OBS11 et OBS12).

TABLEAU 9

Statistiques descriptives sur les obstacles à l'innovation

Obstacles	Moyenne	Variance	Minimum	Maximum
OBS1 – Risque élevé lié à la faisabilité du projet d'innovation	2.89	1.72	1	5
OBS2 – Risque élevé concernant la réussite sur le marché visé par l'innovation	3.04	1.70	1	5
OBS3 – L'innovation est facilement copiée par d'autres entreprises	2.71	1.62	1	5
OBS4 – Difficulté de prédire les coûts de l'innovation	2.99	1.48	1	5
OBS5 – Coûts élevés des projets d'innovation	3.25	1.55	1	5
OBS6 – Longue période d'amortissement des innovations	2.66	1.74	1	5
OBS7 – Manque de fonds propres pour la mise en oeuvre de projets innovants	2.88	2.07	1	5
OBS8 – Manque de capitaux extérieurs pour des projets d'innovation	2.61	1.48	1	5
OBS9 – Manque de personnel qualifié pour des projets d'innovation	2.78	1.31	1	5
OBS10 – Manque d'équipement pour la mise en oeuvre de projets d'innovation	2.19	1.40	1	5
OBS11 – Résistance interne à l'innovation	1.77	1.12	1	5
OBS12 – Longs processus administratifs ou d'approbation pour la mise en oeuvre de projets d'innovation	1.72	1.12	1	5
OBS13 – Lois et règlements ayant une incidence sur des projets d'innovation	1.88	1.48	1	5

3. COMPLÉMENTARITÉ ENTRE LES OBSTACLES À L'INNOVATION

L'analyse descriptive de la section précédente révèle que les obstacles à l'innovation semblent être liés à la taille des entreprises, à leur secteur d'appartenance et au degré de concurrence qu'elles ressentent. Les obstacles semblent aussi être différemment perçus suivant que les entreprises font ou ne font pas de la R-D. Nous avons remarqué que des groupes d'obstacles semblaient se dessiner et que ces groupes ne correspondent pas nécessairement aux catégories définies sur le questionnaire de l'enquête.

Ceci nous mène au cœur de notre recherche : existe-t-il une complémentarité entre les obstacles? Autrement dit, quels sont les obstacles qui vont de pair ? Quelles sont les catégories de barrières qui sont complémentaires ? Pour ce faire, nous allons, dans un premier temps, examiner les corrélations binaires entre les réponses aux obstacles. Puis, nous allons recourir à une analyse en composantes principales pour essayer de dégager des groupes de barrières. Ensuite, nous ferons une analyse économétrique des déterminants de la perception des obstacles, ceci afin de découvrir des corrélations entre perceptions d'obstacles conditionnellement à la prise en compte des effets taille, secteur, concurrence perçue et recherche et développement. Nous nous sommes tenus à ces quatre variables explicatives car se sont les seules disponibles dans l'enquête qui nous paraissent exogènes à la perception des obstacles.

TABLEAU 10

Les corrélations entre obstacles à l'innovation

	OBS1	OBS2	OBS3	OBS4	OBS5	OBS6	OBS7	OBS8	OBS9	OBS10	OBS11	OBS12
OBS2	0.74											
OBS3	0.43	0.48										
OBS4	0.57	0.52	0.40									
OBS5	0.57	0.53	0.33	0.69								
OBS6	0.45	0.43	0.32	0.51	0.61							
OBS7	0.41	0.38	0.31	0.39	0.47	0.45						
OBS8	0.37	0.36	0.29	0.34	0.40	0.36	0.81					
OBS9	0.38	0.35	0.31	0.42	0.35	0.26	0.34	0.31				
OBS10	0.27	0.21	0.24	0.31	0.29	0.31	0.42	0.39	0.48			
OBS11	0.15	0.13	0.10	0.20	0.17	0.11	0.10	0.10	0.26	0.27		
OBS12	0.13	0.12	0.09	0.18	0.17	0.13	0.07	0.07	0.17	0.25	0.58	
OBS13	0.17	0.14	0.16	0.17	0.18	0.20	0.17	0.17	0.15	0.24	0.21	0.25

En gras les corrélations supérieures ou égales à 0.40

À première vue, les corrélations binaires affichées au tableau 10 confirment que les réponses aux obstacles 11 à 13 ne sont pas très corrélées à celles des autres questions. La résistance interne à l'innovation et la lourdeur des prises de décisions semblent par contre aller de pair (0.58 entre OBS11 et OBS12). La deuxième impression qui se dégage de la matrice des corrélations simples est la corrélation positive entre toutes les paires d'entraves. Pour 22 couples sur 78, le coefficient de corrélation est supérieur à 0.40, parmi lesquels neuf dépassent le seuil de 0.50 et deux le seuil de 0.70. Les deux corrélations prédominantes sont celle entre les risques liés à la faisabilité et ceux liés à la réussite des projets (0.74 entre OBS1 et OBS2) et celle entre le manque de fonds propres et le manque de fonds externes (0.81 entre OBS7 et OBS8). D'une part, l'incertitude technique se répercute au niveau de la vente, d'autre part, les entreprises qui ont du mal à se financer à l'interne sont possiblement les mêmes que celles qui éprouvent des difficultés à se financer par des sources externes. Il est aussi surprenant de constater qu'en règle générale les corrélations diminuent au fur et à mesure qu'on s'éloigne de la diagonale. Ceci pourrait refléter un bon choix de classification des obstacles dans le questionnaire mais peut-être aussi un biais dans les réponses dû à l'ordre dans lequel apparaissent les questions.

COMPLÉMENTARITÉ ENTRE LES OBSTACLES À L'INNOVATION: PRISE EN COMPTE DE L'EFFET INDIVIDUEL

Comme les évaluations sont subjectives, il est fort possible que chaque répondant ait un biais dans son évaluation personnelle de l'importance des obstacles, et ait parfois tendance, que ce soit par paresse ou par confusion, à répondre de la même façon à certaines questions. Certains répondants auront par exemple l'habitude de répondre plutôt aux extrêmes des choix de réponses. Pour palier à ce fait, qui pourrait évidemment biaiser les résultats, nous avons transformé les réponses en déviations par rapport aux moyennes individuelles des réponses de chaque répondant aux treize obstacles et refait l'analyse statistique sur ces nouvelles données. Une distribution en quintiles des variances des réponses individuelles aux 13 obstacles confirme la présomption qu'il y a bien un effet individuel qui joue : les quintiles de cette distribution sont respectivement 0.75, 1.10, 1.53, 2.07 et 4.10. Donc 60 % des répondants ont une variance des treize réponses inférieure ou égale à 1.53. Ceci veut dire concrètement des réponses du genre (1, 2, 2, 2, 2, 3, 4, 4, 4, 4, 4, 5) ou (1, 1, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 4, 5, 5), autrement dit beaucoup de réponses identiques.

Les corrélations entre obstacles du tableau 11 à partir des données en déviations par rapport à la moyenne individuelle donnent une image plus nette des complémentarités et regroupements d'obstacles. Les corrélations positives signifient des réponses en général conjointement au-dessus ou en-dessous de la moyenne des réponses individuelles. Les corrélations négatives à l'inverse indiquent des réponses divergentes par rapport à la réponse moyenne. Les risques de faisabilité et de réussite (OBS1 et 2) semblent aller dans le même sens ainsi que le risque de copie, la difficulté de prédire les coûts et la grandeur des coûts (OBS3 à 5). Les trois obstacles liés aux coûts reçoivent des réponses semblables (OBS4 et 5), de même les sources de fonds (OBS7 et 8), le manque de personnel et d'équipements (OBS9 et 10), et les freins provenant de la gouvernance interne ou externe à l'entreprise (OBS10 à 12). Les autres obstacles ne semblent pas être complémentaires. En particulier, le succès commercial ne semble pas lié à la disponibilité d'équipements spécialisés (OBS2 et 10) et le manque de fonds propre n'a rien à voir avec les obstacles à l'innovation internes à l'entreprise (OBS7, 11 et 12).

Les obstacles ont été regroupés dans le tableau 11 à partir des corrélations positives. Il n'est pas étonnant de voir des corrélations fortes entre entraves faisant partie d'une même classe dans le questionnaire (voir annexe 2). Plus intéressant est de constater des corrélations entre classes différentes. Il en va ainsi de la corrélation entre les risques de faisabilité ou de réussite (OBS1 et 2) et entre l'imprévisibilité ou le niveau des coûts (OBS4 à 5). Il est probable que l'incertitude liée à la gestion du projet engendre des coûts additionnels, pour lesquels il faut trouver du financement. Il se peut aussi que le risque perçu soit d'autant plus grand que les coûts impliqués sont élevés. Il faut être prudent dans l'interprétation des corrélations binaires. Le fait que deux obstacles soient positivement corrélés ne nous renseigne pas sur le lien de causalité entre eux. Il se peut que la relation soit imputable à une troisième variable qui influence fortement la relation binaire. C'est pour cela que nous allons dans un moment conditionner l'analyse des corrélations entre obstacles sur un certain nombre de variables explicatives communes. Mais avant cela, nous voudrions voir comment se ferait le regroupement entre obstacles à partir d'une analyse en composantes principales des données.

TABLEAU 11

Les corrélations entre obstacles à l'innovation
(en déviations par rapport à la moyenne individuelle)

	OBS1	OBS2	OBS3	OBS4	OBS5	OBS6	OBS7	OBS8	OBS9	OBS10	OBS11	OBS12
OBS2	0.50											
OBS3	0.01	0.13										
OBS4	0.12	0.05	-0.04									
OBS5	0.11	0.07	-0.17	0.34								
OBS6	-0.04	-0.04	-0.10	0.07	0.25							
OBS7	-0.15	-0.17	-0.16	-0.20	-0.06	-0.01						
OBS8	-0.17	-0.20	-0.15	-0.23	-0.13	-0.12	0.67					
OBS9	-0.10	-0.13	-0.06	-0.04	-0.18	-0.23	-0.14	-0.15				
OBS10	-0.29	-0.35	-0.14	-0.21	-0.28	-0.13	-0.01	-0.01	0.18			
OBS11	-0.27	-0.26	-0.14	-0.16	-0.24	-0.24	-0.33	-0.28	0.02	0.08		
OBS12	-0.28	-0.24	-0.13	-0.18	-0.21	-0.19	-0.35	-0.29	-0.09	0.06	0.57	
OBS13	-0.23	-0.22	-0.07	-0.21	-0.22	-0.12	-0.22	-0.17	-0.12	0.02	0.15	0.20

En gras les corrélations supérieures ou égales à 0.30

 Zones de délimitations pour les regroupements d'obstacles possibles

ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES (SUR LES DONNÉES EN DÉVIATIONS PAR RAPPORT À LA MOYENNE INDIVIDUELLE)

Le but poursuivi dans cette analyse en composantes principales n'est pas tant de synthétiser les treize obstacles en un petit nombre mais de découvrir ceux que l'on peut regrouper au sens où leur combinaison contribue grandement à expliquer la variance dans les réponses aux obstacles à l'innovation. Si dans ces regroupements que sont les composantes principales certains freins ont le même signe (quel qu'il soit), on peut affirmer qu'ils contribuent dans le même sens à expliquer la variation totale dans les réponses aux obstacles. Suivant le critère de Kaiser, qui retient les composantes principales dont la valeur propre correspondante est supérieure à 1, nous avons retenu trois plans factoriels. Les plans retenus reflètent les facteurs qui captent la plus grande variance de l'ensemble des réponses individuelles aux obstacles. Nous avons nommé les plans factoriels d'après les variables qui ont le plus grand poids dans la construction du facteur. Ainsi le premier facteur se nomme « Risque et résistance interne », car ce sont les variables OBS1, OBS2 OBS11 et OBS12 qui contribuent le plus à ce plan factoriel (voir tableau 12). L'analyse en composantes principales sur les données en déviations par rapport à la moyenne individuelle (tableau 12) confirme celle des corrélations binaires (tableau 11). Les obstacles liés aux risques (de faisabilité, de réussite et dans une moindre mesure de copiage) (OBS1, 2 et 3) forment un tout, ainsi que les manques de fonds internes et externes (OBS 7 et 8), les coûts élevés (OBS5 et 6) et les freins internes à l'entreprise (OBS 11 et 12). Ces quatre groupes de facteurs caractérisent les trois composantes principales qui expliquent 50 % de la variance des réponses en déviations. Ces mêmes groupes d'obstacles ressortaient déjà de notre première analyse des données brutes dans la section 4.

L'analyse par les composantes principales nous a été utile pour valider le regroupement des obstacles en couples de compléments. Nous passons à présent à l'approche économétrique pour examiner les corrélations après neutralisation de l'effet des variables taille, secteur d'appartenance et degré de concurrence ressenti.

TABLEAU 12

Analyse en composantes principales sur les obstacles à l'innovation en déviations par rapport à la moyenne individuelle

Obstacles	Plan 1 Risques et résistance interne	Plan 2 Risques et manque de fonds	Plan 3 Risques et coûts élevés
OBS1 – Risque élevé lié à la faisabilité du projet d'innovation	-0.34	0.25	0.29
OBS2 – Risque élevé concernant la réussite sur le marché visé par l'innovation	-0.33	0.26	0.37
OBS3 – L'innovation est facilement copiée par d'autres entreprises	-0.06	0.12	0.40
OBS4 – Difficulté de prédire les coûts de l'innovation	-0.23	0.25	-0.28
OBS5 – Coûts élevés des projets d'innovation	-0.30	0.15	-0.48
OBS6 – Longue période d'amortissement des innovations	-0.20	0.02	-0.47
OBS7 – Manque de fonds propres pour la mise en oeuvre de projets innovants	-0.16	-0.57	-0.02
OBS8 – Manque de capitaux extérieurs pour des projets d'innovation	-0.11	-0.57	0.05
OBS9 – Manque de personnel qualifié pour des projets d'innov.	0.13	0.00	0.25
OBS10 – Manque d'équipement pour la mise en oeuvre de projets d'innovation	0.28	-0.20	0.03
OBS11 – Résistance interne à l'innovation	0.44	0.19	-0.06
OBS12 – Longs processus administratifs ou d'approbation pour la mise en oeuvre de projets d'innovation	0.43	0.20	-0.12
OBS13 – Lois et règlements ayant une incidence sur des projets d'innovation	0.29	0.06	-0.05
Qualité de représentation en %	21	17	12
Qualité de représentation en % cumulé	21	38	49

UNE APPROCHE ÉCONOMÉTRIQUE À LA COMPLÉMENTARITÉ ENTRE LES OBSTACLES A L'INNOVATION (EN DÉVIATIONS PAR RAPPORT À LA MOYENNE INDIVIDUELLE)

Une autre approche à la détection des complémentarités entre obstacles à l'innovation consiste à estimer un modèle structurel où la perception des obstacles est expliquée par un certain nombre de variables. Ensuite, après avoir neutralisé l'effet de ces variables, nous pouvons examiner la corrélation résiduelle entre les obstacles. Plus précisément, nous estimerons un modèle probit multinomial ordonné, qui associe aux réponses catégorielles aux obstacles perçus à l'innovation des réalisations dans certains intervalles d'une variable latente. Le modèle économétrique et la façon de l'estimer sont formellement décrits dans l'annexe 1. Pour ce modèle, nous avons introduit comme variables explicatives supposément exogènes l'appartenance industrielle, la taille des firmes, le niveau de perception de la concurrence (N_c) et le fait de faire ou non de la recherche et développement (R-D). Toutes ces variables sont dichotomiques à l'exception du niveau de concurrence, qui prend des valeurs comprises entre 1 et 5. Notons, que nous avons également estimé le modèle avec une variable dichotomique pour N_c , prenant la valeur 0 ou 1 selon que la firme perçoit plus faiblement ou plus fortement le niveau de concurrence que la moyenne générale des entreprises dans l'échantillon. Les résultats obtenus par cette dernière spécification avaient les mêmes signes et une qualité d'ajustement à peine inférieure à la spécification finalement retenue. Enfin notons que par souci de cohérence avec l'analyse précédente, nous avons regroupé en une seule classe de réponse les choix « non-pertinent » et « négligeable ». Les classes de réponses vont donc de 1 à 5, où 5 représente le niveau primordial. Une analyse avec 6 catégories, où la sixième forme le premier groupe, donne des résultats très semblables. Il nous a donc paru inutile de distinguer une sixième catégorie. Les données en déviations par rapport à la moyenne individuelle ne sont plus des nombres entiers, néanmoins ils ne prennent qu'un nombre fini de valeurs. Nous avons décidé de les classer en cinq catégories, comme l'étaient les données originales. Les bornes séparant les catégories sont -2.4, -0.8, 0.8 et 2.4 .

Le groupe de référence dans le tableau 13 est constitué des entreprises de l'industrie des services techniques de grande taille. Les coefficients des variables dichotomiques industries et tailles indiquent l'écart des seuils de la distribution des variables latentes pour les entreprises des autres industries et des autres tailles. Les obstacles 1 à 9 ont tendance à être moins fortement ressentis que les autres obstacles dans les secteurs de la communication et de la finance et l'inverse est vrai pour les obstacles 10 à 13, c'est-à-dire les obstacles liés au manque d'équipement spécialisé, à la gouvernance interne et à l'environnement juridique plus fortement que les autres obstacles. Les petites firmes donnent des scores plus faibles aux obstacles 1, 2, 4, 5 et 11 et 12 et des scores plus élevés pour les autres obstacles. Les risques de faisabilité et de réussite, l'incertitude sur les coûts, les coûts élevés et les freins à l'innovation internes à la firme sont donc plus fortement ressentis que les autres obstacles par les grandes firmes. Par contre, les sources de financement (fonds propre, amortissement et fonds externes), le manque d'équipements et l'environnement juridique sont plus fortement perçus comme obstacles à l'innovation que les autres par les petites firmes. Le copiage et le manque de personnel qualifié ne sont pas ressentis différemment par des firmes de taille différentes. Finalement, la pression concurrentielle fait augmenter la perception des risques (techniques, commerciaux et de copiage) comme obstacles mais réduit l'intensité des problèmes liés à la gouvernance et à l'accès à des fonds externes. Les firmes qui font de la R-D ressentent davantage les obstacles liés aux risques, aux coûts et aux problèmes de financement,

moins fortement ceux liés au manque d'équipement et aux environnements internes et externes à la firme.

À partir des estimations du tableau 13, nous avons corrélié les résidus généralisés de chaque équation. Le tableau 14 fait ressortir surtout des complémentarités intra-groupes, les groupes étant ceux qui sont définis sur le questionnaire de l'enquête. Autrement dit, il y a complémentarité entre les obstacles liés aux différents types de risques (faisabilité, commercialisation, appropriabilité), entre ceux liés aux coûts (la hauteur des coûts, la difficulté à les prédire, la durée de la période d'amortissement), entre le manque de fonds propres et de capitaux externes, entre le manque de personnel qualifié et d'équipements spécialisés et entre la résistance interne à l'innovation et la lenteur administrative pour la mise en œuvre de projets d'innovation.

Mis à part ces complémentarités intra-groupes, nous avons décelé deux types de complémentarités inter-groupes. Coûts et risques semblent aller de pair ainsi que les problèmes de gouvernance interne et externe. Rien ne nous permet de conclure que ces risques élevés sont à l'origine des coûts et vice-versa, ou que plus il y a de règlements, plus la résistance interne au changement est forte. Tout ce que notre analyse suggère c'est que ces paires d'obstacles apparemment indépendants font partie d'une même problématique.

La prise en compte des quatre variables explicatives de la perception des obstacles ne change pas grandement les corrélations observées entre ces obstacles (comparaison tableaux 11 et 14). C'est comme si avec notre modèle nous avions expliqué à peu près la même fraction de la variance des réponses à chaque obstacle. Il semblerait donc que la clef de la compréhension des corrélations réside ailleurs.

Finalement, nous calculons les corrélations entre les résidus à partir d'estimations séparées pour chaque industrie (non reproduites ici car les estimations sont souvent peu significatives). Nous obtenons alors une image des corrélations assez semblable à celle du tableau 14 pour le secteur des services techniques (le plus important des trois), mais plus de complémentarités pour les deux autres secteurs (tableaux 15 et 16). Si on s'en tient aux corrélations significativement différentes de zéro, le secteur de la communication ne diffère pas beaucoup de celui des services techniques. Par contre, le secteur de la finance comporte plus de complémentarités, surtout entre les obstacles liés aux gouvernances interne et externe et les autres obstacles.

TABLEAU 13

Modèle probit multinomial ordonné sur les obstacles à l'innovations (en déviations par rapport à la moyenne individuelle)

		Variables dépendantes												
		OBS1	OBS2	OBS3	OBS4	OBS5	OBS6	OBS7	OBS8	OBS9	OBS10	OBS11	OBS12	OBS13
Variables explicatives	IND1	-0.45 (-6.22)	-0.45 (-5.76)	-0.39 (-5.43)	-0.41 (-5.76)	0.01 (0.23)	0.09 (1.23)	-0.03 (-0.48)	0.007 (0.10)	-0.27 (-3.51)	0.15 (2.06)	-0.02 (-0.27)	0.36 (4.85)	0.72 (10.14)
	IND2	-0.36 (-2.56)	-0.39 (-2.99)	-0.02 (-0.18)	-0.19 (-1.3)	-0.05 (-0.35)	-0.05 (-0.38)	-0.34 (-2.66)	-0.48 (-3.46)	-0.21 (-1.51)	-0.022 (-0.16)	0.44 (3.08)	0.49 (3.82)	0.69 (5.01)
	Taille 1	-0.42 (-3.53)	-0.34 (-2.94)	0.07 (0.65)	-0.24 (-2.27)	-0.48 (-4.0)	0.24 (2.35)	0.49 (5.66)	0.35 (4.03)	-0.009 (-0.09)	0.44 (4.36)	-0.55 (-5.61)	-0.91 (-9.75)	0.23 (2.04)
	Taille 2	-0.35 (-2.93)	-0.28 (-2.44)	-0.11 (-1.03)	-0.19 (-1.74)	-0.47 (-3.89)	0.06 (0.57)	0.42 (4.85)	0.20 (2.34)	0.11 (1.12)	0.48 (4.55)	-0.38 (-3.8)	-0.77 (-8.25)	0.27 (2.29)
	Taille 3	-0.27 (-1.96)	-0.01 (-0.08)	-0.09 (-0.72)	-0.20 (-1.64)	-0.67 (-4.87)	0.15 (1.18)	0.02 (0.19)	-0.024 (-0.21)	0.11 (0.96)	0.29 (2.35)	-0.29 (-2.45)	-0.64 (-5.46)	0.37 (2.84)
	Nc	0.10 (3.55)	0.14 (4.8)	0.07 (2.59)	0.03 (1.27)	0.004 (0.16)	0.02 (0.73)	-0.05 (-1.68)	-0.08 (-2.92)	0.04 (1.56)	-0.03 (-1.16)	-0.12 (-4.41)	-0.12 (-4.33)	-0.07 (-2.37)
	R-D	0.30 (5.72)	0.28 (5.54)	0.12 (2.32)	0.11 (2.07)	0.18 (3.3)	-0.04 (-0.8)	0.16 (2.95)	0.16 (3.06)	0.007 (0.13)	-0.29 (-5.31)	-0.58 (-10.8)	-0.47 (-8.82)	-0.27 (-5.29)
	Alpha 1	-2.93 (-12.39)	-2.82 (-11.71)	-2.30 (-12.6)	-3.25 (-11.4)	-3.48 (-12.62)	-2.41 (-12.17)	-3.11 (-9.77)	-2.54 (-14.3)	-2.63 (-13.0)	-2.28 (-12.98)	-3.18 (-19.35)	-3.36 (-20.5)	-2.01 (-11.6)
Constante et seuils	Alpha 2	-1.11 (-6.54)	-1.0 (-6.11)	-0.65 (-4.26)	-1.55 (-9.81)	-2.09 (-12.01)	-0.73 (-4.61)	-0.72 (-4.77)	-0.65 (-4.46)	-0.77 (-4.97)	-0.32 (-2.09)	-1.17 (-7.67)	-1.31 (-8.82)	-0.001 (-0.01)
	Alpha 3	0.61 (3.68)	0.64 (3.95)	0.89 (5.8)	0.37 (2.36)	-0.24 (-1.42)	0.89 (5.69)	0.67 (4.49)	0.63 (4.38)	0.69 (4.51)	1.38 (8.61)	0.29 (1.89)	0.06 (0.41)	1.21 (7.19)
	Alpha 4	2.66 (12.84)	2.55 (14.32)	2.43 (14.8)	2.54 (14.01)	1.87 (10.58)	2.62 (15.63)	2.59 (16.92)	2.45 (15.34)	2.25 (13.52)	2.95 (14.89)	1.59 (8.01)	1.39 (6.84)	2.44 (12.95)
	no.obs	2205	2205	2205	2205	2205	2205	2205	2205	2205	2205	2205	2205	2205
Ratio de vraisemblance	51.39	64.09	62.52	55.61	47.65	19.17	86.00	81.90	28.51	83.36	97.50	52.65	11.58	
% de prédiction correcte	56.87	50.79	54.92	59.00	52.56	57.91	48.39	46.84	52.60	56.14	54.50	56.64	52.56	

IND1 et IND2 sont respectivement les secteurs de la communication et de la finance.

Taille1, Taille2 et Taille3 sont les variables qui correspondent aux firmes de –20 employés, de 20 à 99 employés et de 100 à 499 employés.

Nc est la variable de perception du niveau de concurrence moyen.

Entre parenthèses nous avons la statistique de Student . En gras les valeurs significatives.

TABLEAU 14

Corrélations des résidus généralisés (en déviations par rapport à la moyenne individuelle),
tous secteurs confondus

	OBS1	OBS2	OBS3	OBS4	OBS5	OBS6	OBS7	OBS8	OBS9	OBS10	OBS11	OBS12
OBS2	0.48											
OBS3	0.042	0.14										
OBS4	0.11	0.05	-0.006									
OBS5	0.13	0.13	-0.11	0.38								
OBS6	-0.005	0.008	-0.09	0.13	0.31							
OBS7	-0.12	-0.09	-0.11	-0.16	-0.03	0.03						
OBS8	-0.12	-0.09	-0.08	-0.17	-0.10	-0.09	0.67					
OBS9	-0.08	-0.11	-0.10	-0.02	-0.11	-0.19	-0.11	-0.10				
OBS10	-0.19	-0.26	-0.09	-0.11	-0.22	-0.10	0.01	0.009	0.21			
OBS11	-0.18	-0.17	-0.08	-0.08	-0.17	-0.16	-0.23	0.009	0.07	0.10		
OBS12	-0.14	-0.12	-0.07	-0.09	-0.17	-0.11	-0.24	-0.17	-0.02	0.07	0.53	
OBS13	-0.10	-0.09	-0.01	0.14	-0.15	-0.08	-0.12	-0.10	-0.06	-0.04	0.11	0.14

Note: En gras les couples qui sont significatifs suite au test de significativité des résidus.

TABLEAU 15

Corrélation des résidus généralisés (en déviations par rapport à la moyenne individuelle)
pour le secteur de la communication

	OBS1	OBS2	OBS3	OBS4	OBS5	OBS6	OBS7	OBS8	OBS9	OBS10	OBS11	OBS12
OBS2	0.47											
OBS3	0.23	0.39										
OBS4	-0.06	-0.05	0.06									
OBS5	0.08	-0.06	-0.18	0.31								
OBS6	0.02	0.00	-0.10	0.10	0.44							
OBS7	0.06	0.14	-0.07	-0.20	-0.06	0.01						
OBS8	-0.15	-0.12	-0.07	-0.19	-0.12	-0.10	0.47					
OBS9	0.01	-0.08	0.03	0.06	-0.15	-0.26	-0.07	-0.11				
OBS10	-0.09	-0.15	-0.09	-0.08	-0.26	-0.22	0.06	0.09	0.31			
OBS11	-0.06	0.00	0.08	-0.09	-0.23	-0.21	0.00	-0.19	0.28	0.09		
OBS12	-0.11	0.03	0.01	-0.03	-0.17	-0.13	0.05	-0.11	-0.07	0.01	0.40	
OBS13	-0.20	-0.05	0.06	0.02	-0.10	-0.07	-0.08	-0.08	-0.10	-0.07	0.02	0.01

En gras les couples significatifs

TABLEAU 16

Corrélation des résidus généralisés (en déviations par rapport à la moyenne individuelle)
pour le secteur de la finance

	OBS1	OBS2	OBS3	OBS4	OBS5	OBS6	OBS7	OBS8	OBS9	OBS10	OBS11	OBS12
OBS2	0.44											
OBS3	-0.06	0.22										
OBS4	-0.04	0.26	0.23									
OBS5	0.05	0.51	0.07	0.67								
OBS6	0.22	0.07	-0.05	0.25	0.18							
OBS7	0.30	0.08	0.17	0.02	0.09	0.23						
OBS8	0.09	0.11	-0.13	0.20	0.04	0.06	-0.26					
OBS9	0.31	0.05	0.01	-0.26	-0.22	-0.01	0.07	0.18				
OBS10	0.09	0.11	0.13	0.17	0.06	0.00	-0.14	0.42	0.39			
OBS11	-0.11	-0.06	0.04	-0.05	-0.07	0.08	0.09	0.11	0.16	-0.01		
OBS12	0.09	0.00	-0.15	-0.05	0.06	0.02	0.18	0.05	0.17	0.09	0.40	
OBS13	0.20	0.43	0.10	0.16	0.32	0.19	0.12	0.19	0.10	0.29	0.08	0.25

En gras les couples non significatifs

CONCLUSION

Dans la poursuite de leurs activités innovantes, les entreprises font face à un certain nombre d'obstacles liés aux risques de faisabilité et de commercialisation, aux coûts élevés liés aux projets d'innovation, aux problèmes de financement, à la disponibilité des facteurs nécessaires à la réalisation des projets innovants, à la résistance à l'innovation au sein-même de l'entreprise et à l'environnement réglementaire. Nous nous sommes basés sur les données de l'enquête innovation de Statistique Canada qui porte sur les industries de la communication, de la finance et des services techniques pour examiner les déterminants de la perception des obstacles et l'éventuelle complémentarité entre eux.

L'analyse que nous avons menée sous différents angles (statistique descriptive, analyse en composantes principales et estimation économétrique) montre que la perception aux entraves à l'innovation varie selon l'appartenance industrielle, la taille des entreprises, la perception de l'environnement concurrentiel et le fait de faire ou non de la R-D. Les grandes firmes sont davantage que les petites concernées par les risques de faisabilité et de réussite, les coûts élevés et l'incertitude à leur égard, et par les freins à l'innovation internes à la firme. Par contre, ce sont les difficultés de financement (fonds propres, capitaux externes et fonds d'amortissement), et le manque d'équipements spécialisés qui sont plus fortement perçus comme obstacles à l'innovation par les petites firmes. Le manque de personnel qualifié et le risque d'inappropriabilité des bénéfices de l'innovation ne sont pas perçus différemment par les petites et par les grandes firmes. À quelques exceptions près, les entraves à l'innovation sont le plus fortement ressenties dans l'industrie des services techniques. L'industrie de la communication se soucie moins des risques techniques et commerciaux et plus de l'environnement réglementaire. L'industrie de la finance se déclare peu concernée par le manque de fonds mais davantage par la résistance interne au changement. La principale entrave limitant l'activité d'innovation pour les trois groupes d'industries est le coût élevé des projets d'innovation. La pression concurrentielle exacerbe la perception des obstacles, en particulier ceux liés aux risques techniques et commerciaux, à la perte de la propriété intellectuelle et à la prédiction des coûts. Les firmes qui font de la R-D ressentent les obstacles majeurs plus fortement que celles qui n'en font pas.

L'étude fait ressortir surtout des complémentarités intra-groupes, les groupes étant ceux qui sont définis sur le questionnaire de l'enquête. Sinon, nous avons décelé deux types de complémentarités inter-groupes. Coûts et risques semblent aller de pair ainsi que les problèmes de gouvernance interne et externe. Rien ne nous permet de conclure que ces risques élevés sont à l'origine des coûts et vice-versa, ou que plus il y a de règlements, plus la résistance interne au changement est forte. Tout ce que notre analyse suggère c'est que ces paires d'obstacles apparemment indépendants font partie d'une même problématique. Une solution à l'un de ces obstacles va probablement requérir une solution à l'obstacle qui lui est complémentaire. Par contre, nos résultats suggèrent aussi qu'il existe beaucoup moins de complémentarités entre les problématiques liées au manque de personnel qualifié, de gestion du risque, de financement de l'innovation, d'attitude au changement et de contexte institutionnel que ne le sous-entend le concept de régimes d'innovation qui suppose un ensemble de caractéristiques complémentaires spécifiques à une région, ou à un pays.

Pour ce qui est de la formulation du questionnaire, il serait intéressant de tester dans quelle mesure l'ordonnement des questions, le libellé des questions (l'utilisation des mêmes termes tels que "risque" ou "coûts") et le regroupement de questions conditionnent les réponses. Il est en

effet surprenant de constater que le signe et la grandeur des corrélations entre obstacles sont fonction de leur proximité dans le questionnaire (la distance par rapport à la diagonale dans la matrice de corrélation entre paires d'obstacles). Si certaines questions sont effectivement répondues de la même façon quel que soit leur emplacement dans le questionnaire il est possible d'en éliminer pour alléger le questionnaire.

Il serait intéressant de comparer les complémentarités entre obstacles à l'innovation pour d'autres industries et d'autres pays et de tester ainsi l'hypothèse de problématiques à l'innovation communes à toutes les firmes.

ANNEXE 1 – MODÈLE ÉCONOMÉTRIQUE

Chacune des treize entraves à l'innovation est modélisée comme une variable latente:

$$y_{ij}^* = \alpha_j + \beta_j' x_{ij} + u_{ij} \quad i=1, \dots, n_j$$

$$j=1, \dots, 13$$

où les observations sont indexées par i et les entraves par j et x_{ij} sont les variables explicatives. Les termes d'erreurs des équations des variables latentes sont supposés être distribués de manière identique et indépendante selon une loi de distribution normale multivariée de moyenne nulle et de matrice de variance-covariance contemporaine Σ :

$$E(u_{ij}u_{ik}) = \sigma_{jk} \quad \forall i, E(u_{ij}) \sim N(0, \sigma_{jj} I_{n_j}).$$

Les réponses aux obstacles sont ordonnées et tombent dans 5 catégories différentes. Nous sommes donc en présence d'un modèle probit multinomial ordonné. Nous observons pour chaque obstacle les réponses :

$$y_{ij} \in \text{groupe 1}, (Z_{ij1}=1), \text{ si } -\infty \leq y_{ij}^* \leq \phi_{1j}$$

$$y_{ij} \in \text{groupe 2}, (Z_{ij2}=1), \text{ si } \phi_{1j} < y_{ij}^* \leq \phi_{2j}$$

$$y_{ij} \in \text{groupe 3}, (Z_{ij3}=1), \text{ si } \phi_{2j} < y_{ij}^* \leq \phi_{3j}$$

$$y_{ij} \in \text{groupe 4}, (Z_{ij4}=1), \text{ si } \phi_{3j} < y_{ij}^* \leq \phi_{4j}$$

$$y_{ij} \in \text{groupe 5}, (Z_{ij5}=1), \text{ si } \phi_{4j} < y_{ij}^* \leq \infty,$$

où Z_{ijl} ($l=1, \dots, 5$) sont des variables dichotomiques.

L'estimateur du maximum de vraisemblance des paramètres α_j , β_j et ϕ_{lj} ($l=1, \dots, 5$) est celui qui :

$$\begin{aligned} \max \log L_j = \sum_i Z_{ij1} \log [\Phi(\alpha_{1j} - \beta_j' x_{ij})] + Z_{ij2} \log [\Phi(\alpha_{2j} - \beta_j' x_{ij}) - \Phi(\alpha_{1j} - \beta_j' x_{ij})] \\ + Z_{ij3} \log [\Phi(\alpha_{3j} - \beta_j' x_{ij}) - \Phi(\alpha_{2j} - \beta_j' x_{ij})] + Z_{ij4} \log [\Phi(\alpha_{4j} - \beta_j' x_{ij}) - \Phi(\alpha_{3j} - \beta_j' x_{ij})] \\ + Z_{ij5} \log [1 - \Phi(\alpha_{4j} - \beta_j' x_{ij})]. \end{aligned}$$

où Φ représente la fonction de distribution cumulative normale et α_{lj} ($l=1, \dots, 5$) = $\varphi_{lj} - \alpha_j$. Les seuils catégoriels φ_{lj} sont estimés simultanément avec les paramètres structurels du modèle mais ne sont pas séparément identifiables des paramètres α_j .

Les résidus des équations à variable dépendante latente ne sont pas observables. Gouriéroux et al. (1987) ont défini les résidus généralisés par la moyenne du terme d'erreur de la spécification de la variable latente conditionnelle à la valeur observée de la variable discrète $\hat{u}_{ij}(\theta_j) = E(u_{ij}|y_{ij})$. Dans le cas du probit multinomial, nous avons:

$$\begin{aligned}
 E(u_{ij}|y_{ij}) = & Z_{1ij} [-\varphi(\alpha_{1j} - \beta_j' x_{ij})] / [\varphi(\alpha_{1j} - \beta_j' x_{ij})] \\
 & + Z_{2ij} [\varphi(\alpha_{1j} - \beta_j' x_{ij}) - \varphi(\alpha_{2j} - \beta_j' x_{ij})] / [\varphi(\alpha_{2j} - \beta_j' x_{ij}) - \varphi(\alpha_{1j} - \beta_j' x_{ij})] \\
 & + Z_{3ij} [\varphi(\alpha_{2j} - \beta_j' x_{ij}) - \varphi(\alpha_{3j} - \beta_j' x_{ij})] / [\varphi(\alpha_{3j} - \beta_j' x_{ij}) - \varphi(\alpha_{2j} - \beta_j' x_{ij})] \\
 & + Z_{4ij} [\varphi(\alpha_{3j} - \beta_j' x_{ij}) - \varphi(\alpha_{4j} - \beta_j' x_{ij})] / [\varphi(\alpha_{4j} - \beta_j' x_{ij}) - \varphi(\alpha_{3j} - \beta_j' x_{ij})] \\
 & + Z_{5ij} [\varphi(\alpha_{4j} - \beta_j' x_{ij})] / [1 - \varphi(\alpha_{4j} - \beta_j' x_{ij})]
 \end{aligned}$$

sachant par exemple que :

$$\begin{aligned}
 E(u_{ij} | \alpha_{1j} - \beta_j' x_{ij} \leq u_{ij} \leq \alpha_{2j} - \beta_j' x_{ij}) \\
 = -[\varphi(\alpha_{2j} - \beta_j' x_{ij}) - \Phi(\alpha_{1j} - \beta_j' x_{ij})] / [\varphi(\alpha_{2j} - \beta_j' x_{ij}) - \Phi(\alpha_{1j} - \beta_j' x_{ij})]
 \end{aligned}$$

où φ est la fonction de densité de la distribution normale. En pratique, les résidus généralisés sont évalués aux valeurs estimées des paramètres θ et se dénotent par $\hat{u}_{ij} = (\hat{\theta})$.

Les corrélations entre paires de résidus généralisés nous renseignent sur le signe et la grandeur des corrélations entre les obstacles à l'innovation conditionnelles aux variables explicatives (x_{ij}) c'est-à-dire en maintenant constantes les autres variables. Pour tester si les covariances entre résidus généralisés sont significativement différents de zéro, nous nous basons sur le test du score (Gouriéroux et al. (1989)). Sous l'hypothèse nulle que $\sigma_{jk} = 0$, la statistique du score est:

$$\xi_{jk} = \left(\sum_{i=1}^n \hat{u}_{ji}^0 \hat{u}_{ki}^0 \right)^2 / \sum_{i=1}^n (\hat{u}_{ji}^0 \hat{u}_{ki}^0)^2$$

où
$$\hat{u}_{ji}(\theta_j) = E(u_{ij} / y_{ij})$$

$$\widehat{u}_{ji}^0 = \widehat{u}_{ji}(\widehat{\theta}_j^0)$$

$$\widehat{\theta}_j^0 = (\alpha_j, \alpha_{1j}, \alpha_{2j}, \alpha_{3j}, \alpha_{4j}, \beta_j)$$

Sous H_0 , la statistique du score est distribuée comme une χ^2 à un degré de liberté.

ANNEXE 2 -- OBSTACLES À L'INNOVATION

Liés au risque

OBS1	Risque élevé lié à la faisabilité du projet d'innovation.
OBS2	Risque élevé concernant la réussite sur le marché visé par l'innovation.
OBS3	L'innovation est facilement copiée par d'autres entreprises.

Liés aux coûts

OBS4	Difficulté de prédire les coûts de l'innovation.
OBS5	Coûts élevés des projets d'innovation.
OBS6	Longue période d'amortissement des innovations.

Liés à la disponibilité des intrants

OBS7	Manque de fonds propres pour la mise en oeuvre de projets innovants.
OBS8	Manque de capitaux extérieurs pour des projets d'innovation.
OBS9	Manque de personnel qualifié pour des projets d'innovation.
OBS10	Manque d'équipement pour la mise en oeuvre de projets d'innovation.

Liés au type d'entreprise

OBS11	Résistance interne à l'innovation.
OBS12	Longs processus administratifs ou d'approbation pour la mise en oeuvre de projets d'innovation.

Liés à l'aspect juridique

OBS13	Lois et règlements ayant une incidence sur des projets d'innovation.
-------	--

BIBLIOGRAPHIE

BALDWIN, J.R., G. GELLATLY, J. JOHNSON and V. PETERS (1998), "L'innovation dans les industries de services dynamiques", Statistique Canada, cat. 88-516.

BALDWIN, J. and Z. LIN (1999), "Impediments to advanced technology adoption for Canadian manufacturers", mimeo.

COHEN, W.M. (1995), "Empirical Studies of Innovative Activities", in *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, P. Stoneman (ed.), Blackwell Publishers Ltd, Oxford.

GOURIEROUX, C., A. MONFORT, E. RENAULT and A. TROGNON (1987), "Generalized residuals", *Journal of Econometrics*, 34, 5-32.

GOURIEROUX, C. (1989), *Économétrie des variables qualitatives*. Economica, Paris.

KLEINKNECHT, A. (ed.) (1996), *Determinants of Innovation: The Message from New Indicators*. Mac-Millan Press, London.

MADDALA, G.S. (1983), *Limited Dependent and Qualitative Variables in Econometrics*. Cambridge University Press, Cambridge.

REYMENT, R. and K.G. JÖRESKOG (1993), *Applied Factor Analysis in the Natural Sciences*. Cambridge University Press, Cambridge.

POUR COMMANDER DES PUBLICATIONS CATALOGUÉES

On peut se procurer la présente publication et les autres publications auprès des agents autorisés régionaux des librairies de quartier et des bureaux régionaux de Statistique Canada. On peut aussi les commander par la poste en s'adressant à:

Statistique Canada
Division de la diffusion
Gestion de la circulation
120, avenue Parkdale
Ottawa, Ontario
K1A 0T6

Téléphone: 1(613)951-7277
Commandes (sans frais partout au Canada): 1-800-700-1033
Numéro du télécopieur: 1-(613)-951-1584 ou 1-800-889-9734
Toronto : Carte de crédit seulement (416)973-8018
Internet: order@statcan.ca

PUBLICATIONS AU CATALOGUE

Publications statistiques

88-202-XPB Recherche et développement industriels, Perspective 1998 (avec des estimations provisoires pour 1997 et des dépenses réelles pour 1996)

88-204-XIB Activités scientifiques fédérales, 1998-1999^e (annuel)

88-001-XIB Statistiques des sciences (mensuel)

Volume 22

No. 1 Les organismes provinciaux de recherche, 1996

No. 2 Dépenses de l'administration fédérale au titre des activités scientifiques, 1998-1999

No. 3 Personnel de l'administration fédérale affecté aux activités scientifiques et technologiques (S-T), 1989-1990 à 1998-1999^e

No. 4 Activités scientifiques en biotechnologie selon certains ministères fédéraux et organismes, 1997-1998

No. 5 Dépenses totales au titre de la recherche et du développement au Canada, 1987 à 1998^e et dans les provinces, 1987 à 1996

- No. 6 Répartition provinciale et territoriale des dépenses fédérales dans le domaine des sciences et de la technologie, 1996-1997
- No. 7 Estimation des dépenses au titre de la recherche et du développement dans le secteur de l'enseignement supérieur, 1996-1997
- No. 8 Dépenses au titre de la recherche et du développement (R-D) des organismes privés sans but lucratif (OSBL), 1997

Volume 23

- No. 1 Les organismes provinciaux de recherche, 1997
- No. 2 Activités scientifiques et technologiques (S-T) des administrations provinciales, 1990-1991 à 1998-1999^e
- No. 3 Recherche et développement industriels de 1994 à 1998
- No. 4 Estimations des dépenses totales au titre de la recherche et du développement dans le secteur de la santé au Canada, 1970 à 1998^e
- No. 5 Dépenses de l'administration fédérale au titre des activités scientifiques, 1999-2000^e

DOCUMENTS DE TRAVAIL - 1998

Ces documents de travail sont disponibles à la Section des enquêtes des sciences et de l'innovation.

Veillez contacter:

Section des enquêtes des sciences et de l'innovation
 Division des sciences, de l'innovation et de l'information électronique
 Statistique Canada
 Ottawa, Ontario
 K1A 0T6
 Internet: http://www.statcan.ca/english/research/scilist_f.htm
 Tél: (613) 951-6309

- ST-98-01 Un compendium de statistiques sur les sciences et la technologie, Février 1998
- ST-98-02 Exportations et emploi connexe dans les industries canadiennes, Février 1998
- ST-98-03 Création d'emplois, suppression d'emplois et redistribution des emplois dans l'économie canadienne, Février 1998

- ST-98-04 Une analyse dynamique des flux de diplômés en sciences et technologie sur le marché du travail au Canada, Février 1998
- ST-98-05 Utilisation des biotechnologies par l'industrie canadienne – 1996, Mars 1998
- ST-98-06 Survol des indicateurs statistiques de l'innovation dans les régions du Canada : Comparaisons des provinces, Mars 1998
- ST-98-07 Paiements de l'administration fédérale dans les industries, 1992-1993, 1994-1995, 1995-1996, Septembre 1998
- ST-98-08 L'analyse bibliométrique de la recherche scientifique et technologique : Guide méthodologique d'utilisation et d'interprétation, Septembre 1998
- ST-98-09 Dépenses et personnel de l'administration fédérale au titre des activités en sciences naturelles et sociales, 1989-1990 à 1998-1999^e, Septembre 1998
- ST-98-10 Les flux de connaissances au Canada tels que mesurés par la bibliométrie, Octobre 1998
- ST-98-11 Estimations des dépenses canadiennes au titre de la recherche et du développement (DIRD), Canada, 1987 à 1998^e et selon la province, 1987 à 1996, Octobre 1998
- ST-98-12 Estimation des dépenses au titre de la recherche et du développement dans le secteur de l'enseignement supérieur, 1996-1997, Novembre 1998

DOCUMENTS DE TRAVAIL – 1999

- ST-99-01 Enquête sur la commercialisation de la propriété intellectuelle dans le secteur de l'enseignement supérieur, 1998, Février 1999
- ST-99-02 Répartition du personnel et des dépenses fédérales dans le domaine des sciences et de la technologie selon la province, 1988-1989 à 1996-1997, Juin 1999
- ST-99-03 Analyse du déploiement des travailleurs du domaine de la science et de la technologie dans l'économie canadienne, Juin 1999
- ST-99-04 Estimations des dépenses totales au titre de la recherche et du développement dans le secteur de la santé au Canada, 1970 à 1998^e, Juillet 1999
- ST-99-05 Adoption de la technologie dans le secteur de la fabrication au Canada, 1998, Août 1999

ST-99-06 Une vérification de la réalité pour définir le commerce électronique, 1999,
Août 1999

ST-99-07 Activités scientifiques et technologiques des administrations provinciales, 1990-
1991 à 1998-1999^e, Août 1999

DOCUMENTS DE RECHERCHE – 1996-1999

No. 1 L'État des indicateurs scientifiques et technologiques dans les pays de l'OCDE,
par Benoît Godin, août 1996

No. 2 Le savoir en tant que pouvoir d'action, par Nico Stehr, juin 1996

No. 3 Coupler la condition des travailleurs à l'évolution des pratiques de l'employeur :
l'Enquête expérimentale sur le milieu de travail et les employés,
par Garnett Picot et Ted Wannell, juin 1996

No. 4 Peut-on mesurer les coûts et les avantages de la recherche en santé?
par M.B. Wilk, février 1997

No. 5 La technologie et la croissance économique : Survol de la littérature,
par Petr Hanel et Jorge Niosi, avril 1998

No. 6 Diffusion des biotechnologies au Canada, par Anthony Arundel, février 1999