



Le financement des entreprises innovantes

Frédérique Savignac

► To cite this version:

Frédérique Savignac. Le financement des entreprises innovantes. Economies et finances. Université Panthéon-Sorbonne - Paris I, 2006. Français. ⟨NNT : ⟩. ⟨tel-00140525⟩

HAL Id: tel-00140525

<https://theses.hal.science/tel-00140525v1>

Submitted on 6 Apr 2007

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

UNIVERSITÉ PARIS I - PANTHÉON - SORBONNE
U.F.R. de SCIENCES ÉCONOMIQUES

THESE POUR LE DOCTORAT EN SCIENCES ECONOMIQUES

N°2006 PA01 0050

Présentée et soutenue publiquement par

Frédérique SAVIGNAC

le 24 novembre 2006

LE FINANCEMENT DES ENTREPRISES INNOVANTES

Directeur de thèse :

M. Patrick Sevestre, Professeur à l'Université de Paris I - Panthéon - Sorbonne

Jury :

M. David Encaoua, Professeur à l'Université de Paris I - Panthéon - Sorbonne

M. Vassilis Hajivassiliou, Professeur à la London School of Economics, *rapporteur*

M. Jacques Mairesse, Professeur à l'Université de Maastricht, CREST-INSEE, *président du jury*

M. Pierre Mohnen, Professeur à l'Université de Maastricht, *rapporteur*

M. François Mouriaux, Directeur adjoint de la Direction des Entreprises de la Banque de France

L'UNIVERSITE PARIS I PANTHEON – SORBONNE n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les thèses; ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs.

Remerciements

Je tiens à exprimer ma reconnaissance à Patrick Sevestre pour l’encadrement scientifique dont il m’a fait bénéficier, et ceci avant même que je ne me décide à entreprendre cette thèse. Je lui adresse mes remerciements les plus vifs pour son accompagnement et sa disponibilité tout au long de l’élaboration de ce travail ainsi que pour son enthousiasme qu’il a, très souvent, su me faire partager.

Je remercie très sincèrement Vassilis Hajivassiliou et Pierre Mohnen pour l’intérêt qu’ils ont porté à cette thèse en acceptant d’en être les rapporteurs.

Je remercie Jacques Mairesse d’avoir accepté de participer à ce jury et des conseils et suggestions qu’il m’a apportés.

Je remercie également David Encaoua et François Mouriaux d’avoir accepté de participer à ce jury.

Durant ces quatre années, j’ai été accueillie par des institutions et des laboratoires qui ont tous contribué à ce que je mène cette thèse dans d’excellentes conditions.

Ma reconnaissance va à la Banque de France qui m’a accueillie durant trois années au sein de la Direction des entreprises, à l’Observatoire des Entreprises, dans le cadre d’une Convention Industrielle de Formation par la Recherche. Le thème de recherche qui m’a été proposé a été la première source de motivation pour réaliser ce travail.

Au sein de l’Observatoire des Entreprises de la Banque de France, j’ai pu bénéficier de l’expérience de mes collègues sur le traitement des données d’entreprise. Les travaux antérieurs de Bénédicte Planès sur l’innovation à l’Observatoire et l’ensemble des informations qui s’y rapportaient qu’elle a eu l’extrême gentillesse de me transmettre ont été d’une grande aide pour me lancer dans l’exploitation empirique du financement des entreprises innovantes à partir des données de la Centrale de Bilans. Je tiens également à remercier tout particulièrement Claude Truy pour son aide dans l’extraction des données de la Centrale de Bilans, sa grande disponibilité et ses précieux conseils ainsi que mes deux compagnons successifs de bureau, Guillaume Retout et Dominique Lefilliatre pour leur bonne humeur quotidienne et leur soutien. J’associe également à ces remerciements amicaux mes camarades «CIFRE» (Céline,

Erwan, Julien) pour les moments passés ensemble.

Enfin, j'adresse mes remerciements les plus profonds à l'équipe des chercheurs de la Banque pour leurs conseils et soutien sans faille depuis mes premiers pas dans cette voie.

A partir de janvier 2006, j'ai poursuivi et achevé cette thèse dans le cadre exceptionnellement motivant du laboratoire de microéconométrie du CREST. Je souhaite remercier Stéphane Grégoir, directeur du CREST et Thierry Kamionka, directeur du LMI, auxquels j'associe tous les chercheurs du CREST, pour l'encadrement, les conseils et l'environnement si serein dont j'ai bénéficié durant cette année.

Sur le plan universitaire, je tiens à remercier le laboratoire de l'ERUDITE (Université de Paris XII) et ses directeurs Pierre Blanchard et Claude Mathieu pour m'avoir accueillie durant les trois premières années, pour les nombreux conseils que j'y ai toujours trouvés ainsi que pour les stimulantes discussions de mes travaux lors des séminaires.

Je suis reconnaissante aux membres d'EUREQua pour m'avoir accueillie lors de cette dernière année. Je remercie tout particulièrement Jean-Olivier Hairault, directeur D'EUREQua et Bertrand Wigniolle directeur de l'école doctorale ETAPE pour mon intégration si aisée. Merci également aux doctorants et camarades que j'ai ainsi (re)-trouvé pour leur entraide.

Je remercie très chaleureusement celles et ceux qui ont relu cette thèse et m'ont fait part de leurs suggestions : Sylvie Blasco, Thibault Brodaty, Claire Lelarge, Claire Loupias, Blandine, Christian.

Merci à mes compagnons de travail (et parfois de pause (!)) au CREST que je n'ai pas encore cités : Luc Behagel, Marc Ferracci, Pauline Givord, Julien Guittard, Edwin Leuven, Federica Marzo, Arnault Maurel, Natalia Radtchenko, Amine Ouazad, Laurence Rioux, Abla Safir.

Merci à Nadine Guedj et à Elda André,

Merci à Karima, à Wided et aux toujours très fidèles Mustapha, Sébastien et Stéphanie.

Enfin, merci à tous ceux et toutes celles qui ont contribué par leur soutien et leur présence à l'accomplissement de ce travail.

Table des matières

Introduction générale	1
1 Prêts bancaires : les entreprises innovantes rencontrent-elles des contraintes financières spécifiques ?	21
1 Eléments comparatifs du financement des entreprises selon leur caractère innovant	25
1.1 Un recours moindre aux emprunts bancaires, ...	25
1.2 Des taux d'intérêt apparents moins élevés	28
2 Plusieurs pistes pour lever ce paradoxe	30
2.1 Les différences de composition de la dette	30
2.2 Une comparaison trop fruste des taux d'intérêt des innovantes / non innovantes	32
2.3 Un problème de biais de sélection	35
3 La probabilité qu'une firme contracte des emprunts bancaires	36
3.1 Le cadre théorique	37
3.2 Le modèle économétrique	46
4 Estimations	56
4.1 Résultats de l'estimation du modèle	56
4.2 Tests de robustesse	62
5 Conclusion	65
6 Annexes	68
6.1 Annexe A : les sources des données utilisées	68
6.2 Annexe B : Composition de l'échantillon utilisé	76
6.3 Annexe C : Calcul des taux d'intérêt apparents	79

6.4	Annexe D : Dérivation de la demande latente d'emprunts bancaires	81
6.5	Annexe E : Régression supplémentaire	86
2	L'impact des contraintes financières sur l'innovation	87
1	Propension à innover et contraintes financières	88
1.1	Les déterminants de l'innovation	89
1.2	Les investigations empiriques de l'effet des contraintes financières sur l'innovation	91
2	Identifier les entreprises contraintes financièrement	94
2.1	Les mesures indirectes	95
2.2	Une mesure directe de la présence de contraintes financières	97
3	Une première analyse descriptive : structure de bilans, innovation et contraintes financières	100
3.1	Définition de l'échantillon	100
3.2	Statistiques descriptives	101
4	Résultats économétriques	107
4.1	Contraintes financières mesurées par les indicateurs indirects	107
4.2	Propension à innover et indicateur direct de la présence de contraintes financières	115
5	Tests de robustesse	128
5.1	Définition de l'échantillon : estimation sur l'échantillon complet	128
5.2	L'autre modèle récursif	131
6	Conclusion	135
7	Annexes	137
7.1	Annexe A : L'enquête FIT (Sessi)	137
7.2	Annexe B : Les données de R&D de CdB	146
7.3	Annexe C : Régressions complémentaires	149
3	Le financement des jeunes entreprises innovantes : financement interne, prêt bancaire ou capital-risque ?	153
1	Les principaux enseignements de la littérature sur le financement des jeunes entreprises innovantes	156

2	Une modélisation du choix de financement des jeunes entreprises innovantes	160
2.1	Les hypothèses du modèle	161
2.2	Les conditions de financement avec la banque	164
2.3	Les conditions de financement avec la société de capital-risque	167
2.4	Détermination du mode optimal de financement	168
3	Les prédictions du modèle	171
3.1	Etalonnage	171
3.2	Les prédictions du modèle sont en adéquation avec les observations empiriques	173
3.3	Autres implications du modèle	178
4	Conclusion, limites et prolongements	182
	Conclusion générale	187
	Bibliographie	195

Introduction générale

Le Conseil européen de Lisbonne qui s'est tenu en mars 2000, a projeté de faire de l'Union européenne *«l'économie de la connaissance la plus compétitive et la plus dynamique du monde»*¹. A cette fin, plusieurs champs d'action ont été définis et, en particulier, des orientations ont été prises en matière d'innovation et de recherche visant à mettre en réseau les programmes d'enseignement, à favoriser les politiques communes de recherche ou encore à développer la diffusion des technologies de l'information et de la communication. Le Conseil européen de Barcelone des 15 et 16 mars 2002 a ensuite renforcé ces orientations en fixant l'objectif d'atteindre un niveau de dépenses en recherche et développement qui représente 3% du PIB d'ici à 2010.

En 2003, les pays de l'Union européenne étaient en moyenne très loin de cet objectif (1,95% pour l'UE à quinze membres, cf tableau 1 ci-après). En France, la Dépense Intérieure en Recherche et Développement (DIRD) a ainsi représenté 2,18% du PIB en 2003. Cet effort est nettement inférieur à celui du Japon (3,15%), de la Corée du Sud (2,64%) et des Etats-Unis (2,60%). Par ailleurs, bien qu'étant toujours supérieure à la moyenne européenne (graphique 1), l'intensité de l'effort en recherche et développement a eu plutôt tendance à diminuer en France depuis le début des années 1990.

Les entreprises exécutent la majorité de la dépense intérieure en recherche et développement en France (62,43%) mais elles participent à son financement à hauteur de 53,57%. Cette contribution des entreprises au financement de la dépense intérieure en recherche et développement est ainsi inférieure à l'effort des entreprises en Allemagne (66,12% de la DIRD) ou encore aux Etats-Unis (63,11%, tableau 1).

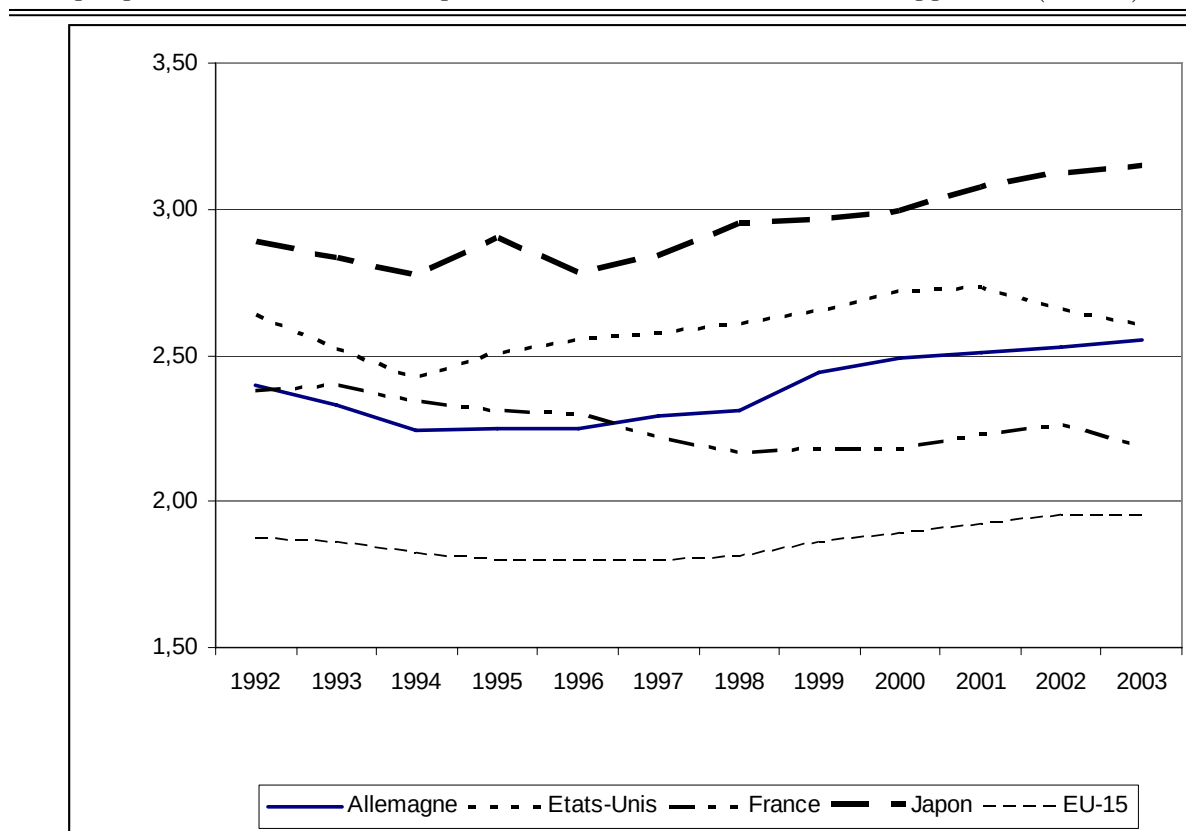
¹Cf «Conclusions de la Présidence», Conseil européen, 23 et 24 mars 2000

Tableau 1. Dépense Intérieure en Recherche et Développement (Année 2003)

	DIRD		%DIRD financée par les entreprises
	Montants (millions \$)	% du PIB	
Allemagne	57065	2,55	66,12
Corée	24379	2,64	74,01
Etats-Unis	284584	2,60	63,11
Finlande	5186	3,49	70,00
France	37514	2,19	53,57
Japon	114009	3,15	74,52
Royaume-Uni	33579	1,89	43,90
Total OCDE	679952	2,24	61,61
UE-25	211364	1,85	...
UE-15	203660	1,95	...

Source : OCDE, base de données MSTI, Mai 2005.

Graphique 1. Evolution de la Dépense Intérieure en Recherche Développement (% PIB)



Source : OCDE, base de données MSTI, Mai 2005.

Parmi les raisons avancées pour expliquer cet effort d'innovation jugé insuffisant, l'existence de difficultés de financement est régulièrement mise en avant. De fait, l'enquête sur le Financement de l'Innovation Technologique (FIT) menée par le SESSI² a révélé que près d'un quart des entreprises industrielles souhaitant innover entre 1997 et 1999 ont rencontré des difficultés de financement qui les ont amenées à retarder, abandonner ou à ne pas démarrer leurs projets innovants. D'après cette enquête, ces contraintes financières à l'innovation se sont le plus souvent caractérisées par l'absence de source de financement (cet obstacle à l'innovation a été rencontré par 23% des entreprises ayant souhaité innover). Les contraintes financières relevées par l'enquête FIT prennent également la forme d'une trop grande lenteur dans la mise en place des financements et de taux d'intérêts trop élevés (tableau 2 ci-dessous).

Tableau 2. Les obstacles à l'innovation relevés par l'enquête FIT

	Obstacles rencontrés par les firmes ayant eu des projets innovants	Effet des obstacles sur les projets innovants des entreprises		
		Projets retardés	Projets abandonnés	Projets non démarrés
Obstacles rencontrés	50,5	37,0	17,9	20,1
Risque marché perçu comme excessif	26,4	8,9	11,3	11,8
Manque de personnel qualifié	26,7	22,7	2,6	6,4
Coûts de l'innovation trop élevés	34,7	15,5	10,3	15,2
Absence de source de financement	23,2	15,2	1,9	12,6
Lenteur dans la mise en place des financements	10,7	9,1	0,7	0,9
Taux d'intérêts trop élevés du financement	2,0	2,0	0,7	0,0
Clauses de sortie excessives	2,0	1,3	0,7	0,0
Méconnaissance de circuits financiers ad hoc	2,0	2,0	0,7	0,7
Aucun obstacles	49,5			
Note : les modalités des obstacles tout comme leurs conséquences ne sont pas exclusives les unes des autres . (une même entreprise pouvant avoir plusieurs projets innovants en même temps)				

Source : Lhomme (2002)

²Le SESSI est le Service des études et statistiques industrielles du Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie.

Outre ces éléments empiriques, les spécificités inhérentes au caractère innovant des investissements conduisent à envisager l'existence de difficultés de financement susceptibles d'entraver la capacité des entreprises à entreprendre et à mener à bien des activités innovantes. La nouvelle édition du *Manuel d'Oslo* (2005) de l'OCDE définit l'innovation comme «*la mise en oeuvre d'un produit (bien ou service) ou d'un procédé nouveau ou sensiblement amélioré, d'une nouvelle méthode de commercialisation ou d'une nouvelle méthode organisationnelle dans les pratiques de l'entreprise, l'organisation du lieu de travail ou les relations extérieures*» (paragraphe 146). La nouveauté d'un processus de production ou d'un produit, associée à son contenu technologique et scientifique, sont des caractéristiques particulièrement susceptibles d'induire ou de renforcer des difficultés de financement pour la firme (Hall, 2002). Cette sévérité potentielle des contraintes financières rencontrées par les entreprises engagées dans des activités innovantes peut s'expliquer par trois raisons principales.

Premièrement, le contenu innovant des projets qui doivent être financés renforce les traditionnels problèmes d'asymétrie d'information entre la firme et ses apporteurs de capitaux externes.

Sous l'hypothèse que les marchés financiers sont parfaits et en l'absence de considération fiscale, Modigliani et Miller (1958, 1963) ont établi que le coût moyen du capital pour une firme est indépendant de sa structure de financement. Dans cette configuration, les financements interne et externe sont parfaitement substituables. L'existence d'asymétries d'information entre l'entreprise et les apporteurs externes de capitaux (par exemple sur les chances de réussite de l'investissement, sur ses retombées anticipées ou encore sur l'implication du dirigeant) crée une prime de financement externe qui rend le coût du financement externe supérieur au coût du financement interne. L'accroissement du coût des financements externes qui en résulte peut ainsi limiter l'investissement que l'entreprise peut financer, comparative-ment à celui qu'elle aurait entrepris en l'absence de problèmes informationnels. Ces problèmes d'asymétrie de l'information entre la firme et ses apporteurs de capitaux se posent particulièrement lorsque ces derniers doivent évaluer des investissements à fort contenu innovant. En général, ils ne disposent pas de connaissances techniques ou scientifiques qui leur permettent de juger sans erreur de la qualité des projets innovants, de leur chance de réussite, ou encore de leur retombées probables sur le

développement de l'entreprise. En outre, les projets innovants représentent un risque élevé et des résultats qui ne seront parfois effectivement connus que plusieurs années après qu'ils aient démarrés. Ces caractéristiques ont également pour conséquence d'accroître la prime de financement externe (Leland et Pyle, 1977).

Les asymétries d'information qui conduisent à l'existence de cette prime de financement externe peuvent porter sur la qualité des projets d'investissement (il s'agit alors de problèmes d'antisélection (Myers et Majluf, 1984)) et sur le comportement des dirigeants de l'entreprise (on parle alors de problèmes d'aléa moral, Jensen et Meckling, 1976).

Myers et Majluf (1984) considèrent un problème d'antisélection dans lequel l'asymétrie de l'information porte sur la qualité des entreprises : certaines sont de bonne qualité et d'autres de mauvaise qualité. Le problème d'antisélection résulte de l'incapacité des bailleurs de fonds à identifier la qualité d'une entreprise donnée. Ils appliquent alors à toutes les entreprises une tarification identique qui est celle exigée pour la qualité moyenne de l'ensemble de la population. Les investisseurs demandent ainsi implicitement une prime aux firmes de bonne qualité pour compenser les pertes qu'ils vont faire avec les firmes de mauvaise qualité. Ce tarif moyen est avantageux pour les entreprises de mauvaise qualité : si les investisseurs pouvaient les identifier parfaitement, ils exigeraient un tarif plus élevé, compte tenu des pertes potentielles qu'elles peuvent induire. Les entreprises qui acceptent alors la tarification proposée par les bailleurs de fonds sont celles aux caractéristiques défavorables, créant ainsi un effet d'antisélection. Ayant conscience de ce mécanisme, les bailleurs de fonds peuvent alors refuser de financer les entreprises qui accepteraient des financements à un coût élevé, ce qui se traduit par un phénomène de rationnement du crédit (Stiglitz et Weiss, 1981). Comme cela a déjà été souligné, la nature innovante de l'investissement peut induire des difficultés accrues d'évaluation de l'investissement pour des bailleurs de fonds non spécialisés. Pour ne pas être confrontées à cette prime élevée de financement externe, les entreprises de bonne qualité engagées dans des activités innovantes pourraient être incitées à se signaler. Cependant, elles n'ont pas systématiquement intérêt à révéler de l'information sur leur projets innovants, la réussite de ces derniers (ainsi que l'appropriation de leurs résultats) pouvant nécessiter le secret (Hall, 2002).

L'existence de ce problème d'antisélection a pour conséquence d'établir une hiérarchie entre les modes de financement (Myers et Majluf, 1984 ; Myers 1984). Cette hiérarchie reflète les coûts associés à chaque source de financement. En tout premier lieu, les firmes préfèrent le financement interne dont le coût est le moins élevé (car, par définition, il n'est pas soumis au problème d'antisélection). Si les financements internes sont insuffisants pour financer l'investissement alors, la firme recourt au financement externe. Celui-ci peut se présenter sous plusieurs formes (emprunts bancaires, obligations, émissions d'actions). Comme en cas de faillite de l'entreprise, les prêteurs sont prioritaires sur les actionnaires lors du partage de la valeur résiduelle de l'entreprise, les conséquences du problème d'antisélection sont plus fortes pour les actionnaires que pour les prêteurs. Aussi, lorsque le financement de l'investissement nécessite le recours au financement externe, la théorie du financement hiérarchique prévoit que les entreprises émettent d'abord de la dette peu risquée (emprunt bancaire) puis de la dette risquée (émission d'obligation) et en dernier ressort, elles procèdent à une augmentation de capital.

Les problèmes d'aléa moral sont une autre conséquence de l'imperfection de l'information entre la firme et ses bailleurs de fonds. Ils résultent de la séparation entre le management de la firme et les actionnaires. Les managers, qui prennent les décisions au sein de la firme, sont incités à agir dans leur propre intérêt et celui-ci peut diverger des intérêts des actionnaires, notamment si les dirigeants sont peu associés aux bénéfices de l'entreprise. Ces problèmes d'aléa moral se posent tout particulièrement dans le cas des *start-up* qui se financent par fonds propres auprès d'investisseurs spécialisés, ceux-ci étant en effet directement associés aux performances de l'entreprise.

Deuxièmement, en sus de ces problèmes informationnels accrus avec les bailleurs de fonds, les entreprises innovantes présentent une proportion d'actifs intangibles relativement plus élevée que celles qui n'ont pas d'activité d'innovation. Ces actifs intangibles proviennent, par exemple, des dépenses de recherche-développement ou sont constitués des connaissances et savoir-faire de personnels hautement qualifiés. L'importance relative de ces actifs immatériels ne permet pas toujours aux banques de disposer de garanties nécessaires à l'attribution d'un prêt (Jacquin, 2003). Plannès *et al.* (2002) ont ainsi mis en évidence que les firmes innovantes qui déclarent

rencontrer des difficultés de financement sont également celles qui investissent plus fortement en immatériel (5,2% de la valeur ajoutée en moyenne, voir tableau 3 ci-dessous).

Tableau 3. Taux d'investissement et difficultés de financement

(% de la VA)	Firmes innovantes		Firmes non innovantes	
	Contraintes	Non contraintes	Contraintes	Non contraintes
Taux d'investissement corporel	14,1	13,7	10,8	12,2
Taux d'investissement incorporel	5,2	3,9	3,4	3,3
Taux d'investissement financier	3,5	3,2	2,6	1,8
Taux d'investissement	22,8	20,8	16,8	17,3

Source : Planès et al.(2002)

Troisièmement, les actifs corporels d'une entreprise innovante peuvent lui être spécifiques au sens de Williamson (1988) et n'avoir qu'une faible valeur marchande en dehors de l'entreprise (par exemple lorsqu'il s'agit de matériels très spécifiques à l'activité innovante de l'entreprise). De tels actifs présentent des coûts de transaction élevés et ne permettent pas aux banquiers de se couvrir du risque de faillite de l'entreprise. Ainsi les investisseurs extérieurs, et tout particulièrement les prêteurs peuvent être réticents à financer de tels projets. En effet, ces derniers accordent des prêts à un taux et pour une durée fixés à l'avance. Ils se rémunèrent donc par un remboursement fixe et se prémunissent contre le risque en demandant des garanties tangibles qu'ils peuvent prélever en cas de faillite de l'entreprise. Cet effet de la capacité des entreprises à offrir des garanties sous forme d'actifs tangibles sur leur comportement en matière d'investissement a été récemment étudié par Almeida et Campello (2006). Ils montrent notamment que la présence d'actifs tangibles détermine l'accès au financement externe des entreprises.

En résumé, les caractéristiques des projets innovants des entreprises peuvent créer des contraintes financières ou renforcer leur sévérité. Ces contraintes financières se matérialisent par des difficultés d'accès au financement externe et peuvent avoir pour conséquence d'entraver l'effort d'innovation des entreprises.

Compte tenu, d'une part des éléments factuels présentés précédemment sur l'effort d'innovation insuffisant des entreprises et d'autre part de l'ensemble des arguments qui indiquent que des difficultés associées au financement de l'innovation sont particulièrement susceptibles de se poser, trois voies de questionnement se dégagent :

i) Les entreprises engagées dans des activités innovantes rencontrent-elles effectivement des contraintes financières ?

ii) Quel est l'effet des contraintes financières éventuelles sur l'innovation des entreprises ?

iii) Quel est le mode de financement adapté aux projets innovants ?

Il va de soi que ces questions ne sont pas les seules qui se posent sur le financement des entreprises innovantes. En particulier, le rôle des financements publics est un autre champ d'investigation intéressant pour l'étude du financement des entreprises innovantes. Dans cette thèse, nous centrons notre analyse sur les problèmes potentiels d'accès aux financements externes des entreprises engagées dans des activités innovantes. Les financements publics, dont Duguet (2004) a montré qu'ils ne se substituaient pas aux autres sources de financement, peuvent être vus comme des compléments de financements internes, et de ce fait, ne sont pas traités en tant que tels dans la thèse.

La thèse envisage alors la problématique du financement des entreprises innovantes sous l'angle des trois questions générales formulées ci-dessus. Elle vise ainsi à contribuer sur le plan théorique et empirique à la compréhension des problèmes de financement liés à l'innovation en apportant un éclairage sur chacune de ces questions. Dans ce qui suit, nous formulons plus précisément les interrogations auxquelles la thèse vise à répondre et nous précisons l'approche adoptée.

Les entreprises engagées dans des activités innovantes rencontrent-elles effectivement des contraintes financières ?

Les travaux antérieurs qui se sont attachés à étudier l'existence de contraintes financières à l'innovation examinent la sensibilité de l'investissement en recherche et développement à des variables reflétant la richesse de l'entreprise telles que son cash flow ou ses profits passés (Himmelberg et Petersen, 1994 ; Harhoff, 1998 ; Mulkey *et al.*, 2001 ; Bond *et al.*, 2003). Dans le cadre du théorème de Modigliani Miller, la richesse de l'entreprise n'a pas d'effet sur ses décisions d'investissement. Mais l'existence d'asymétries d'information et l'accroissement du coût des financements externes qui en résulte créent une préférence pour le financement interne. La richesse

de l'entreprise devient alors une variable clé dans ses décisions d'investissement. Ainsi, lorsque les travaux empiriques trouvent une corrélation positive entre les dépenses en recherche et développement et l'indicateur de richesse, ils concluent à l'existence de contraintes financières affectant significativement l'innovation des entreprises. C'est ainsi le cas des travaux de Hall (1992) et Himmelberg et Petersen (1995) sur données américaines, de Mulkay *et al.* (2001) sur données américaines et françaises, de Harhoff (1998) sur données allemandes ou encore de Bond *et al.* (2003) avec des firmes britanniques. En revanche, Harris *et al.* (2003) qui ont examiné des entreprises australiennes, n'ont pas trouvé d'effet significatif des profits passés sur la probabilité d'innover.

Pour étudier l'existence de difficultés de financement de l'innovation, la thèse adopte une approche différente de celle présentée ci-dessus et propose un nouvel éclairage sur cette question **en examinant si les entreprises innovantes rencontrent des contraintes financières qui leur sont propres**. Cette contribution constitue le premier chapitre de la thèse (l'effet proprement dit des contraintes financières sur l'innovation, qui est l'objet de la deuxième grande interrogation, est traité dans le deuxième chapitre). En d'autres termes, ce premier chapitre a pour objectif d'établir si les entreprises innovantes rencontrent, toutes choses égales par ailleurs, des contraintes financières qui leur sont spécifiques. L'idée n'est donc pas d'étudier ici l'existence de contraintes financières dans l'absolu, mais d'examiner si les entreprises engagées dans des activités innovantes rencontrent, toutes choses égales par ailleurs, des difficultés de financement plus grandes que les entreprises non innovantes.

Concrètement, nous examinons le recours des entreprises à la source externe de financement que constituent les emprunts bancaires, en tenant compte des potentiels projets technologiquement innovants que les entreprises peuvent avoir entrepris. Nous élaborons une modélisation de la demande latente des entreprises en emprunts bancaires en fonction du taux d'intérêt latent que leur offrent les banques. Ce modèle structurel conduit à une spécification dynamique de la probabilité qu'une firme contracte des emprunts bancaires. Le modèle est alors estimé à partir des données de la Centrale de Bilans de la Banque de France. La Centrale de Bilans de la Banque de France est une base constituée de données essentiellement comptables. Elle fournit les

informations contenues dans les feuillets fiscaux ainsi que des renseignements complémentaires pour environ 35 000 entreprises (dont 14 000 entreprises industrielles). Les renseignements complémentaires sont particulièrement intéressants pour l'étude du financement des entreprises puisqu'ils donnent notamment le détail des flux d'emprunts nouveaux. Ces renseignements complémentaires sont directement utilisés ici pour savoir si une entreprise a contracté de nouveaux emprunts bancaires au cours d'un exercice. Afin d'identifier les entreprises engagées dans des activités technologiquement innovantes, nous utilisons également les enquêtes communautaires sur l'innovation CIS2 et CIS3³ qui portent respectivement sur les périodes 1994-1996 et 1998-2000. Comme une très faible proportion d'entreprises ont été interrogées dans les deux enquêtes successives, l'échantillon utilisé est constitué des firmes de la Centrale de Bilans de la Banque de France qui ont été enquêtées dans CIS2 et/ou dans CIS3, ce qui représente environ 2500 entreprises industrielles. Nous observons ainsi si elles ont contracté de nouveaux emprunts bancaires chaque année et nous pouvons qualifier leur comportement en matière d'innovation pour au minimum 3 années (si elles ne sont présentes que dans une seule enquête) et au maximum 6 années (lorsqu'elles ont été interrogées dans les deux enquêtes⁴).

Les estimations montrent que les entreprises engagées dans des activités innovantes ont, toutes choses égales par ailleurs, une probabilité plus faible que les entreprises non innovantes de contracter des emprunts bancaires du fait d'un taux d'intérêt latent plus élevé et d'une sensibilité de ce taux au montant emprunté plus forte. Nous concluons alors que les entreprises innovantes rencontrent des contraintes financières spécifiques, qui toutes choses égales par ailleurs, diminuent la probabilité qu'elles se financent par emprunt bancaire.

Cette approche permet également de résoudre un paradoxe qui semble apparaître en examinant le financement bancaire des entreprises : les entreprises innovantes recourent moins fréquemment et dans des proportions moindres aux emprunts bancaires alors même qu'elles présentent un coût apparent des emprunts (défini comme le ratio des frais financiers de l'endettement hors groupe sur les encours d'emprunt hors

³CIS : *Community Innovation Survey*

⁴Comme les enquêtes communautaires sur l'innovation couvrent trois années consécutives, le caractère innovant d'une entreprise tel qu'il peut être défini à partir de ces enquêtes, est déterminé pour l'ensemble de la période enquêtée (il ne varie pas annuellement).

groupe) inférieur à celui des non innovantes. Dans le cadre théorique que propose ce chapitre et compte tenu des résultats des estimations, cette observation peut s'expliquer par un problème de biais de sélection : toutes choses égales par ailleurs, les entreprises engagées dans des activités innovantes ont une probabilité plus faible de contracter de nouveaux emprunts bancaires du fait des problèmes d'asymétrie d'information renforcés et du risque accru qu'elles représentent pour les banques, mais globalement, leurs meilleures performances leur permettent de bénéficier de taux d'intérêt favorables lorsqu'elles contractent effectivement des emprunts.

L'effet des contraintes financières sur l'innovation des entreprises

Comme cela a été souligné plus haut, la plupart de études de l'impact des contraintes financières sur l'innovation utilisent des indicateurs de la richesse de l'entreprise tels que le cash flow ou les profits passés de l'entreprise pour mesurer l'effet des contraintes financières sur l'investissement en recherche et développement et évaluent la sensibilité des dépenses de recherche et développement (ou de la propension à innover) à ces variables financières. L'usage de ces indicateurs fait l'objet de critiques dans la littérature car ils sont également informatifs quant à la profitabilité future de la firme (Kaplan et Zingales, 1997). L'interprétation d'une corrélation positive entre l'investissement et ces variables financières comme révélatrice de la présence de contraintes financières peut alors être erronée (par exemple, Gomes, 2001).

La thèse propose d'exploiter une mesure directe de la présence de contraintes financières à l'innovation qui permet de ne pas être confronté aux problèmes d'interprétation liés à l'usage des indicateurs de la richesse de l'entreprise. Il s'agit d'une information qualitative de l'enquête sur le Financement de l'Innovation Technologique (FIT) menée par le SESSI. Elle est fournie par les entreprises qui sont interrogées sur les difficultés de financement qu'elles ont pu rencontrer lors de la mise en oeuvre de leurs projets innovants.

Les données sur lesquelles nous nous appuyons pour traiter cette question sont celles issues de l'appariement de l'enquête sur le Financement de l'Innovation Technologique avec les données de la Centrale de Bilans de la Banque de France, ce qui représente 1940 entreprises industrielles. D'une part, l'enquête FIT permet d'iden-

tifier le caractère innovant ou non de ces entreprises et si elles ont rencontré des difficultés de financement pour l'ensemble de la période 1997-1999⁵. D'autre part, les données de la Centrale de Bilans renseignent sur leurs performances économiques, sur leur structure de financement et sur leur activité.

Nous estimons alors simultanément la probabilité qu'une entreprise entreprenne un projet innovant et celle qu'elle rencontre des contraintes financières afin de tenir compte de l'endogénéité de la variable de contraintes financières. Nous trouvons que les entreprises souhaitant entreprendre des projets innovants rencontrent des contraintes financières qui diminuent significativement leur probabilité de le faire effectivement.

Ce chapitre permet également de résoudre un second paradoxe apparent : à première vue, la corrélation entre les obstacles à l'innovation, tels qu'ils sont collectés dans les enquêtes sur l'innovation, et la propension à innover est positive. C'est la raison pour laquelle ces informations sur les obstacles à l'innovation n'ont pas été utilisées jusqu'à présent dans les travaux qui étudient la propension des entreprises à innover. Nous montrons ici que cet effet positif résulte de biais induits par l'endogénéité de la variable de contrainte financière et par le mauvais ciblage des entreprises auxquelles sont posées les questions sur les obstacles à l'innovation dans les enquêtes.

Nous proposons donc d'améliorer la cohérence des réponses aux questions sur les obstacles à l'innovation avec le comportement réel des entreprises en matière d'innovation en ne posant les questions sur les obstacles à l'innovation qu'aux seules entreprises qui ont eu des projets innovants et non à l'ensemble des entreprises enquêtées. Il apparaît en effet, que ne considérer que les entreprises potentiellement innovantes (autrement dit, celles qui sont concernées par des projets d'innovation) conduit à l'effet négatif attendu de la présence de contraintes financières sur la probabilité d'innover.

Le mode de financement adapté aux projets innovants

La sévérité des problèmes d'asymétries d'information et de risque dépend des caractéristiques du projet innovant et de celles de l'entreprise qui veut les conduire. Notamment, les difficultés de financement sont liées au stade de développement de

⁵Les estimations menées dans ce chapitre sont donc effectuées à partir de données en coupe.

l'entreprise. En effet, les banquiers s'appuient essentiellement sur les informations comptables pour évaluer les entreprises, ce qui leur est particulièrement difficile de faire dans le cas de jeunes entreprises qui ont peu d'historique comptable. Par ailleurs, le projet innovant détermine bien souvent la survie de la *start-up* alors que les entreprises établies peuvent avoir des activités diversifiées et mutualiser les risques d'échec en menant de front plusieurs investissements innovants. De plus, le capital d'une entreprise en phase de création engagée dans des activités fortement innovantes est avant tout constitué de capital humain, le plus souvent hautement qualifié. Elle lui est donc difficile d'apporter les garanties matérielles que lui demanderait une banque pour lui accorder un prêt. Enfin, avant la commercialisation du produit issu du projet innovant, la jeune entreprise innovante dispose de ressources internes limitées.

Ces différences de risque, d'asymétrie d'information et de capacité à s'appuyer sur des financements internes induisent des modes de financement adaptés aux projets innovants eux-mêmes différents selon qu'ils sont entrepris par des firmes établies ou qu'ils sont mis en oeuvre par de jeunes entreprises innovantes.

L'enquête sur le Financement de l'Innovation Technologique a mis en évidence que les entreprises établies s'appuient essentiellement sur des ressources internes pour financer leurs projets innovants (tableau 4 ci-après). L'autofinancement est utilisé par 85% des entreprises ayant une activité d'innovation et il représente 73,8% de la masse financière des projets innovants. L'endettement auprès du groupe constitue une autre ressource interne pour l'entreprise. Elle est cependant relativement peu utilisée : 8,9% des entreprises ayant entrepris un projet innovant ont eu recours au financement auprès du groupe (soit seulement environ 17% des firmes appartenant à un groupe et ayant une activité d'innovation). Les entreprises qui font appel au financement du groupe sont plutôt grandes et empruntent des montants importants (en moyenne plus de 2 millions d'euros d'après Lhomme (2002)).

Les financements publics (y compris le crédit d'impôt recherche) constituent la deuxième source de financement des projets innovants. Ils représentent 11,2% des montants des projets innovants et 47% des entreprises innovantes s'appuient sur cette source pour financer leurs projets innovants.

Enfin, le taux d'entreprises ayant recouru à des prêts bancaires pour financer

leurs projets innovants s'élève à 32% et pour les entreprises qui l'utilisent, il représente une part importante des sources de financement des projets innovants (40,8%). L'importance des prêts bancaires pour le financement de l'innovation est liée à la taille des firmes. Les très grandes entreprises industrielles, qui disposent notamment de ressources internes importantes, y ont très peu recours (cette forme de financement ne représente que 3,7% des projets innovants des entreprises industrielles de plus de 1000 salariés, d'après Lhomme (2002)).

Tableau 4. Le financement de l'innovation des entreprises industrielles établies (année 1999)

	Répartition du total des financements de l'innovation (%)	% de firmes innovantes utilisatrices	Montant moyen par firme utilisatrice (k€)	Part dans le montant total des projets innovants des firmes utilisatrices (%)
Financements internes				
Autofinancement	73,8	85,1	2012,3	79,7
Dettes auprès du groupe	7,4	8,9	2027,0	65,9
Financements externes				
Apports de capitaux propres	1,1	4,5	640,5	28,6
<i>Investisseurs en capital-risque</i>	<i>0,1</i>	<i>1,4</i>	<i>112,4</i>	<i>11,7</i>
<i>Apporteurs traditionnels</i>	<i>1,1</i>	<i>3,4</i>	<i>801,3</i>	<i>30,4</i>
Endettement (hors groupe)	6,4	34,2	455,6	37,8
<i>Dettes bancaires à court, moyen et long terme</i>	<i>4,6</i>	<i>32,3</i>	<i>359,0</i>	<i>40,8</i>
<i>Autres dettes à court, moyen et long terme</i>	<i>1,9</i>	<i>5,0</i>	<i>1045,0</i>	<i>21,9</i>
Financements publics	11,2	85,1	2012,3	79,7
Ensemble des financements des projets innovants				
	100,00	—	2334,9	—

Source : Lhomme (2002)

Les entreprises nouvellement créées, qui ne sont pas encore entrées dans la phase de commercialisation, ne peuvent pas autofinancer l'essentiel de leurs projets innovants comme c'est le cas des entreprises établies. Les spécificités propres aux jeunes entreprises innovantes qui ont été mises en évidence plus haut (la faiblesse de leurs garanties tangibles, leur risque élevé, etc...) conduisent à un type de financement qui leur est spécifique : le financement par apport de fonds propres des sociétés

de capital-risque. Ces intermédiaires financiers spécialisés lèvent des fonds auprès d'investisseurs (banques, compagnies d'assurance, fonds de pensions, etc.) et les investissent dans des entreprises à fort potentiel de croissance pour une durée de 8 à 10 ans dans la perspective de réaliser une plus-value importante lors de leur sortie du capital de l'entreprise. Conjointement à l'apport de capitaux et à leur expertise financière, les sociétés de capital-risque procurent aides et conseils aux entreprises en matière de recrutement, commercialisation, relation avec les clients et fournisseurs. Cette double compétence leur permet de sélectionner les projets avant d'investir et de surveiller ensuite leur développement (Lerner, 1995, Kaplan et Strömberg, 2001).

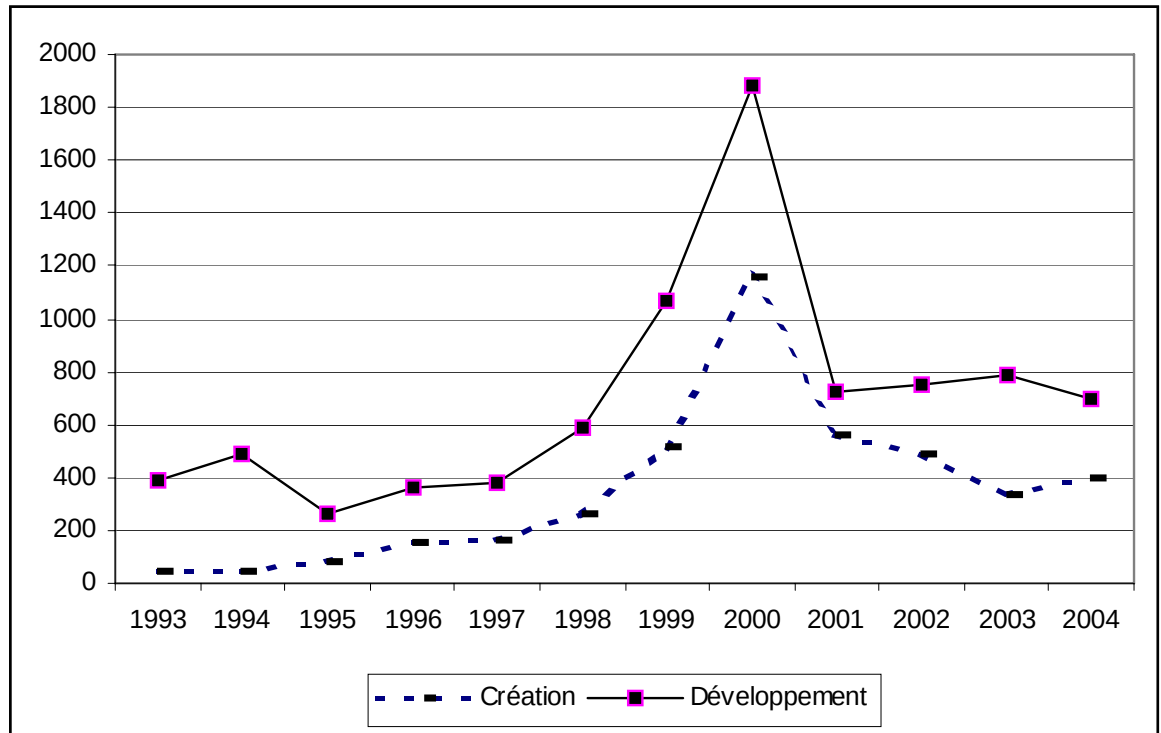
Les entreprises ciblées par les investisseurs en capital-risque présentent ainsi un certain nombre de particularités. Il s'agit de firmes développant le plus souvent des innovations radicales qui leur permettent de connaître une croissance rapide, conduisant à anticiper d'importants profits futurs. De fait, les sociétés de capital-risque investissent le plus souvent dans des secteurs de haute technologie comme la biotechnologie ou le secteur des technologies de l'information et de la communication. Enfin, les investisseurs en capital-risque souhaitent pouvoir sortir facilement du capital de la firme (par le biais d'une introduction en bourse, d'une revente à une entreprise industrielle ou à une autre société de capital investissement) afin de rentabiliser leur investissement en réalisant une plus-value significative.

Depuis le début des années 1990 et jusqu'à l'éclatement de la bulle internet, les montants investis par le capital-risque en France ont connu une forte croissance (graphique 2.3 ci-après). Après l'effondrement des marchés financiers spécialisés dans les valeurs de croissance, ces investissements se sont stabilisés. D'après le rapport annuel de l'Association Française des Investisseurs en Capital (AFIC, 2005), le capital-risque a investi 395 millions d'euros en 2004 dans 711 firmes (ce qui représente 8% de l'ensemble des investissements du capital-investissement)⁶. Ces fonds sont essentiellement investis dans des projets en phase de développement (63,6% des montants

⁶ AFIC (2005), tableaux page 28. L'essentiel des statistiques fournies par l'Association Française des Investisseurs en Capital (répartition sectorielle des investissements, origine des fonds levés ou modalités de cession des participations) porte sur l'ensemble du capital-investissement. Celui-ci se définit comme l'activité d'apport de fonds propres à des sociétés non cotées quelque soit leur stade de développement. Le capital-risque intervient plutôt au moment de la création de la firme. Ensuite, lorsque la jeune entreprise commence à réaliser des ventes tout en poursuivant fortement son effort d'investissement afin de développer son activité, elle peut toujours être financée par des investisseurs spécialisés (mais on parle alors de capital-développement).

investis par le capital-risque en 2004).

Graphique 2. Evolution des montants investis par le capital-risque en France
selon le stade d'avancement des investissements
(Millions d'Euros)



Source : AFIC (2005)

Les montants de financement de l'innovation en provenance du capital-risque sont donc très faibles au regard, par exemple, de l'ensemble des dépenses de recherche et développement des entreprises. Ils sont toutefois investis dans des projets présentant potentiellement des retombées importantes associées à un risque élevé. De plus, ces financements interviennent généralement dans des phases où les besoins en financement externe de la firme sont élevés et ses capacités d'accès aux financements externes traditionnels très limitées.

En résumé, ces éléments factuels indiquent que les entreprises établies recourent à des formes traditionnelles de financement (l'autofinancement, les prêts bancaires) pour financer leurs projets innovants alors que les jeunes entreprises innovantes, qui sont encore en phase de création, n'ont pas cette capacité. La question du mode

de financement adapté aux projets innovants eux-mêmes se pose donc avant tout pour les jeunes entreprises innovantes dont on peut considérer qu'ils constituent la totalité de l'investissement. La thèse propose alors d'examiner **quel est le mode de financement adapté à ces jeunes entreprises innovantes**. Cet aspect est traité dans le troisième chapitre de la thèse afin de comprendre les difficultés spécifiques que rencontrent les jeunes entreprises innovantes pour se financer.

Nous proposons une modélisation simple du choix du mode de financement en fonction du risque de la firme, de sa rentabilité attendue, des actifs qu'elle peut fournir en garantie et de la richesse initiale apportée par le fondateur de l'entreprise. Nous considérons une jeune entreprise innovante qui doit trouver des financements externes pour mener à bien son projet innovant. Deux types de contrat lui sont proposés : un prêt bancaire et un apport en fonds propres d'une société de capital-risque. L'apport en fonds propres induit donc une prise de participation de l'investisseur qui est alors associé aux résultats de la *start-up* alors que le prêt bancaire se caractérise par un remboursement fixe et le prélèvement des actifs donnés en garantie en cas de faillite de l'entreprise. De plus, la relation entre la firme et la banque est soumise à un problème d'antisélection alors que la société de capital risque possède une expertise qui lui permet d'identifier parfaitement la probabilité de réussite de la firme.

Le modèle est ensuite étalonné à partir des informations disponibles sur le financement des jeunes entreprises innovantes. Il n'existe pas de données individuelles disponibles sur les *start-up* qui permettent de mener une analyse économétrique des déterminants des modalités de financement de ces entreprises. L'activité du capital-risque n'est mesurée que par des associations d'investisseurs : l'AFIC (Association Française des Investisseurs en Capital) pour la France, l'EVCA (European Venture Capital Association) au niveau européen et le NVCA (National Venture Capital Association) aux Etats-Unis. Peu d'informations sont disponibles sur les méthodes de construction de ces données d'origine privée. Les associations collectent les chiffres auprès de leurs adhérents (l'AFIC estime représenter au moins 90% des équipes de gestion actives en capital-investissement) et les publient ensuite à un niveau agrégé. Au niveau individuel, les entreprises et les sociétés de capital-risque sont très réticentes à fournir des informations sur le financement qu'elles jugent hautement stra-

tégiques. Très peu d'études économétriques sur le rôle du capital-risque en Europe auprès des entreprises en création ont été réalisées. Elles sont basées sur des enquêtes que les auteurs ont eux-mêmes mises en oeuvre (Bottazzi, Da Rin et Hellman, 2005) ou elles utilisent les prospectus d'introduction en bourse sur les marchés spécialisés des valeurs de croissance (Bottazzi et Da Rin, 2002). Sur le même principe, nous avons constitué une base de données qui comprend les informations comptables (bilan et compte de résultat) des entreprises entrées au Nouveau Marché entre 1999 et 2002. Ces données se sont révélées trop hétérogènes et trop peu nombreuses (les informations ont pu être collectées pour 58 firmes) pour mener une analyse économétrique mais elles permettent d'étalonner le modèle de choix de financement en fixant des valeurs plausibles pour les paramètres du modèle.

Cette modélisation très simple et les simulations menées donnent des résultats cohérents avec les observations empiriques du financement des jeunes entreprises innovantes. Le capital-risque finance des projets que son expertise lui a permis de sélectionner. Mais, du fait de sa rémunération qui l'associe aux performances de l'entreprise, il finance des projets plus risqués et nécessitant un important apport financier externe. La banque finance les projets ayant un faible risque d'échec ou auxquels sont associées de solides garanties. Enfin, les projets très risqués ou pour lesquels la richesse initiale apportée par le fondateur est insuffisante ne trouvent pas de financement externe.

L'ensemble des questions auxquelles la thèse s'attache à répondre, les données utilisées et les principaux résultats obtenus sont résumés dans le tableau suivant.

Tableau 4. Résumé des questions, données utilisées et principaux résultats

	Approche	Sources des données	Type de données	Principaux résultats
Chapitre 1 Prêts bancaires : les entreprises innovantes rencontrent-elles des contraintes financières spécifiques ?	- Modélisation de la demande latente des entreprises en matière d'emprunts bancaires en fonction du taux d'intérêt latent offert par les banques - Estimation de la forme structurelle de la probabilité qu'une firme contracte des emprunts bancaires (probit dynamique)	- Identification des entreprises engagées dans des activités innovantes (source : Sessi): CIS2 pour la période 1994-1996 CIS3 pour la période 1998-2000 - Recours à de nouveaux emprunts bancaires (ainsi que les variables explicatives construites à partir des comptes) : Centrale de Bilans de la Banque de France (informations disponibles pour la période 1992-2004)	Données de panel : Variable expliquée disponible annuellement Variable d'innovation observée par période : 1994-1995-1996 et/ou 1998-1999-2000 Estimations menées sur l'empilement des appariements CIS2*CdB et CIS3*CdB. N=2456 T=2 à T=6	Toutes choses égales par ailleurs, les entreprises innovantes ont une probabilité plus faible de contracter des emprunts bancaires du fait : - d'un taux d'intérêt latent appliqué par les banques plus élevé - d'une sensibilité de ce taux au montant emprunté plus forte.
Chapitre 2 L'impact des contraintes financières sur l'innovation	Estimation simultanée de la probabilité d'engager des projets innovants et de celle de faire face à des contraintes financières (probit bivarié récursif).	- Identification des firmes innovantes et de la présence de contraintes financières : enquête FIT - Variables explicatives financières et économiques : Centrale de Bilans de la Banque de France	Données en coupe : Variables expliquées observées pour l'ensemble des 3 années couvertes par l'enquête (1997-1999) N=1940 T=1	En tenant compte de l'endogénéité de la variable de contrainte financière, il apparaît que les entreprises souhaitant innover rencontrent des contraintes financières qui diminuent significativement leur probabilité de le faire effectivement.
Chapitre 3 Quel mode de financement pour les jeunes entreprises innovantes : financement interne, prêts bancaires ou capital-risque ?	Modélisation du choix de financement d'une jeune entreprise innovante	Etalonnage du modèle à partir des informations disponibles sur le financement des jeunes entreprises innovantes en France (notamment informations collectées à partir des prospectus d'introduction au Nouveau Marché).		Capital-risque si risque élevé, forte rentabilité attendue ou si le montant du projet est important. Prêt bancaire si risque d'échec faible, performances attendues moyennes et garanties solides. Pas de financement externe si projets trop risqués, garanties insuffisantes ou richesse initiale trop faible.

Chapitre 1

Prêts bancaires : les entreprises innovantes rencontrent-elles des contraintes financières spécifiques ?

Ce premier chapitre s'intéresse au comportement de financement des entreprises¹. Comme l'introduction vient de le souligner, de nombreux arguments indiquent que les entreprises innovantes sont particulièrement susceptibles de rencontrer des difficultés d'accès au financement externe. Par ailleurs, la comparaison des structures de financement fait apparaître des différences entre les entreprises engagées dans des activités d'innovation et celles qui ne le sont pas². La principale différence en matière d'endettement financier de long et moyen terme porte sur les emprunts bancaires : les entreprises innovantes recourent moins fortement aux emprunts bancaires que les non innovantes. Ce constat est le même que l'on examine le stock des emprunts contractés (tableau 1.1a) ou les nouveaux financements (tableau 1.1b). Une autre

¹Ce chapitre est issu d'un travail réalisé en collaboration avec Patrick Sevestre.

²L'ensemble de l'analyse empirique de ce chapitre est mené à partir des données de la Centrale de Bilans de la Banque de France. Cette source très détaillée permet notamment d'observer les flux d'emprunts selon leur source (bancaire, obligataire, groupe, ou autres). Le comportement innovant des entreprises est identifié sur les périodes 1994-1996 et 1998-2000 grâce aux enquêtes communautaires CIS2 et CIS3. La base de données utilisée est présentée dans les annexes A et B de ce chapitre.

différence marquante porte sur la proportion d'«autres emprunts divers». Cependant, ceci peut aisément s'expliquer par le fait que ces entreprises peuvent bénéficier de financements spécifiquement destinés à l'innovation (tels que des prêts à taux préférentiels de l'ANVAR ou d'autres organismes ou collectivités publics) qui sont comptabilisés sous cette dénomination. En revanche, la proportion d'emprunts auprès du groupe et des associés ne paraît pas différer selon le caractère innovant des entreprises. Enfin, les emprunts obligataires représentent une part infime des financements des entreprises et ils ne sont émis que par une très faible proportion d'entreprises (tableau 1.2 ci-contre). Il s'agit de plus de firmes aux caractéristiques très spécifiques : elles sont très majoritairement innovantes et sont surtout des entreprises de très grande taille.

Ainsi, la différence la plus notable en matière de financement de long et moyen terme est le recours moins fréquent, et dans des proportions moindres, aux emprunts bancaires de la part des entreprises innovantes, comparativement aux entreprises n'ayant pas d'activités innovantes. Ce constat d'une structure de financement différente en fonction du caractère innovant des entreprises a également été fait par Aghion *et al.* (2004) pour des entreprises du Royaume-Uni cotées en bourse.

Tableau 1.1a. Structure de financement (ratios moyens pondérés)
en % du total des nouveaux financements (flux)

		1994-1996	1998-2000
Nouveaux emprunts bancaires	Innov.	15,22	16,59
	Non innov.	26,73	25,08
Nouveaux emprunts auprès du groupe ou des associés	Innov.	11,03	12,85
	Non innov.	9,78	9,24
Nouveaux emprunts obligataires	Innov.	0,160	0,007
	Non innov.	0,0003	0,000
Autres nouveaux emprunts	Innov.	3,97	6,21
	Non innov.	2,58	3,60
Autofinancement	Innov.	69,62	64,36
	Non innov.	60,92	62,07

Sources : CdB (Banque de France) et CIS2, CIS3 (SESSI)

Tableau 1.1b. Structure de financement (ratios moyens pondérés)
en % du total des financements (stocks)

		1994-1996	1998-2000
Emprunts bancaires	Innov.	6.12	4.78
	Non innov.	9.71	7.91
Emprunts auprès du groupe ou des associés	Innov.	2.72	3.74
	Non innov.	4.04	2.90
Emprunts obligataires	Innov.	1.97	0.13
	Non innov.	0.23	1.47
Autres emprunts	Innov.	2.26	2.41
	Non innov.	1.39	1.92
financements propres	Innov.	86.93	89.13
	Non innov.	84.63	85.94

Sources : CdB (Banque de France) et CIS2, CIS3 (SESSI)

Tableau 1.2. Proportion d'entreprises s'appuyant sur une source
donnée de nouveaux financements

		1994-1996	1998-2000
Nouveaux emprunts bancaires	Innov.	77.38%	70.50%
	Non innov.	79.55%	76.78%
Nouveaux emprunts auprès du groupe ou des associés	Innov.	35.28%	35.54%
	Non innov.	35.46%	36.50%
Nouveaux emprunts obligataires	Innov.	0.57%	0.50%
	Non innov.	0.27%	0.00%
Autres nouveaux emprunts	Innov.	45.01%	40.12%
	Non innov.	28.20%	24.58%

Sources : CdB (Banque de France) et CIS2, CIS3 (SESSI)

Ce chapitre vise alors à proposer une explication du moindre recours des entreprises innovantes aux emprunts bancaires. Plus précisément, l'objectif est d'établir si les entreprises innovantes rencontrent des contraintes financières qui leur sont spécifiques et qui pourraient les conduire à contracter des emprunts bancaires moins fréquemment que les entreprises qui ne sont pas engagées dans des activités innovantes, toutes choses égales par ailleurs.

A cette fin, nous adoptons la démarche suivante.

La première section détaille la comparaison du poids respectif des financements bancaires des entreprises et du coût qui leur est associé. Une façon intuitive d'examiner si les entreprises innovantes ont des difficultés plus grandes d'accès au financement externe que les entreprises non innovantes est en effet d'examiner si elles doivent payer une prime de financement externe plus élevée. Nous effectuons ces comparaisons à partir des données de la Centrale de Bilans. Cette source ne donne pas les taux d'intérêts des prêts tels qu'ils ont été contractés mais elle permet de construire un taux d'intérêt **apparent** (défini comme le rapport des frais financiers hors groupe sur le montant de l'endettement financier hors groupe) qui renseigne sur le coût de l'endettement de l'entreprise. A partir de ces données, cette simple analyse descriptive fait apparaître un paradoxe : les entreprises innovantes recourent moins fréquemment et moins fortement aux emprunts bancaires, alors même qu'elles présentent des taux d'intérêt apparents moins élevés.

La deuxième section propose plusieurs pistes pour lever ce paradoxe, l'une des plus prometteuses étant qu'il pourrait résulter d'un biais de sélection : parmi les entreprises qui contractent des emprunts bancaires, les meilleures performances des innovantes leur permettraient d'être confrontées à une prime de financement externe plus faible que les non innovantes. Comme la mesure du taux d'intérêt dont nous disposons intègre l'ensemble des décisions passées de financement de la firme via son stock d'endettement et les frais financiers associés aux emprunts contractés antérieurement, le traitement économétrique du biais de sélection des taux d'intérêt apparents est très difficile à mettre en oeuvre. Nous proposons d'adopter une autre approche qui consiste à examiner directement le recours aux emprunts bancaires. A cette fin, nous spécifions la demande latente des entreprises en matière d'emprunts bancaires en fonction du taux d'intérêt latent que leur appliquent les banques, ce

qui permet d'établir la probabilité qu'une firme contracte de nouveaux emprunts bancaires.

Le cadre théorique qui conduit à la spécification structurelle de la probabilité qu'une firme contracte de nouveaux emprunts bancaires est présenté dans la troisième section.

Enfin, la quatrième section est consacrée aux résultats de l'estimation du modèle.

1 Eléments comparatifs du financement des entreprises selon leur caractère innovant

Le comparaison des financements des entreprises innovantes et non innovantes révèle, à première vue, une situation qui peut sembler paradoxale : les entreprises innovantes recourent moins fortement aux emprunts bancaires alors même qu'elles semblent faire face à un coût du financement moins élevé. Cette première section a pour objectif de détailler les éléments empiriques qui conduisent à formuler ce paradoxe. Nous examinons donc successivement le poids des emprunts bancaires pour chaque type d'entreprise puis nous comparons les taux d'intérêt associés à ces financements.

1.1 Un recours moindre aux emprunts bancaires,

Pour les entreprises innovantes, les emprunts bancaires représentent 15% de l'ensemble des nouveaux financements (y compris l'autofinancement) et environ 50% des flux de nouveaux financements externes. Ces proportions sont plus élevées pour les entreprises non innovantes : elles s'élèvent respectivement à 25% et à 60% (tableau 1.1a ci-dessus). Les différences restent qualitativement les mêmes lorsque l'on considère la structure de financement en termes de stocks (tableau 1.1b). Il est important de remarquer que ce constat d'un moindre recours aux emprunts bancaires caractérisant les entreprises innovantes peut être fait en examinant la part des emprunts bancaires dans le total des financements de la firme (y compris l'autofinancement) mais aussi à partir de la part qu'ils représentent dans les seuls financements externes. Cette part plus faible des emprunts bancaires ne peut donc pas être attribuée à la

capacité plus grande des entreprises innovantes à générer des profits, ce qui mécaniquement réduirait la proportion de leur financement externe.

Enfin, d'autres indicateurs comme la part que représente les nouveaux emprunts bancaires dans l'investissement et la part du total des emprunts bancaires dans le capital de l'entreprise indiquent également une proportion plus faible d'emprunts bancaires pour les entreprises innovantes (tableau 1.3 ci-dessous).

Tableau 1.3. Autres indicateurs du financement bancaire de long et moyen termes des entreprises

		Moyenne	
		1994-1996	1998-2000
Nouveaux emprunts bancaires/investissement	Innov.	31,81	31,14
	Non innov.	55,22	47,25
Montant d'emprunts bancaires/capital	Innov.	12,08	8,34
	Non innov.	17,80	14,27
en % des nouveaux financements externes (flux)	Innov.	49,82	46,34
	Non innov.	67,06	65,71
en % des financements externes (stock)	Innov.	44,52	44,21
	Non innov.	62,28	57,71

Sources : CdB (Banque de France) et CIS2, CIS3 (SESSI)

Ces différences de structure de financement proviennent de la combinaison de deux phénomènes.

En premier lieu, la proportion de firmes innovantes qui s'appuient sur des emprunts bancaires est plus faible que celle observée chez les entreprises non innovantes : entre 1998 et 2000, 70,50% des entreprises innovantes de l'échantillon ont contracté de nouveaux emprunts bancaires alors que 76,78% des entreprises non innovantes se sont appuyées sur cette source de financement durant la même période (tableau 1.4).

Tableau 1.4. Proportion d'entreprises recourant à des emprunts bancaires

	Parmi :	1994-1996	1998-2000
Proportion d'entreprises avec de nouveaux emprunts bancaires (flux)	Innov.	77,38%	70,50%
	Non innov.	79,55%	76,78%
Proportion d'entreprises avec des emprunts bancaires (stocks)	Innov.	91,24%	88,81%
	Non innov.	95,96%	93,17%

Sources : CdB (Banque de France) et CIS2, CIS3 (SESSI)

Deuxièmement, quand les entreprises innovantes contractent des emprunts bancaires, la contribution de ceux-ci à leur financement est inférieure à celle observée pour les non innovantes. Ainsi, pendant la période 1998-2000, les emprunts bancaires ont représenté 25,96% des nouveaux financements des entreprises innovantes et 32,35% des nouveaux financements des entreprises non innovantes (tableau 1.5a). Ce poids plus faible des emprunts bancaires dans le financement des entreprises innovantes se retrouve également au niveau des stocks des financements (tableau 1.5b).

Tableau 1.5a. Structure de financement des entreprises ayant de nouveaux emprunts bancaires (ratios moyens pondérés, en % des nouveaux financements)

		1994-1996	1998-2000
Nouveaux emprunts bancaires	Innov.	19.01	25.96
	Non innov.	31.34	32.35
Nouveaux emprunts auprès du groupe ou des associés	Innov.	10.33	12.34
	Non innov.	8.60	6.40
Nouveaux emprunts obligataires	Innov.	0.20	0.01
	Non innov.	0.00	0.00
Autres nouveaux emprunts	Innov.	3.69	5.67
	Non innov.	2.55	3.21
Autofinancement	Innov.	66.78	56.02
	Non innov.	57.51	58.03

Sources : CdB (Banque de France) et CIS2, CIS3 (SESSI)

Tableau 1.5b. Structure de financement des entreprises recourant à des emprunts bancaires (ratios moyens pondérés, en % du total des financements)

		1994-1996	1998-2000
Emprunts bancaires	Innov.	6.71	5.50
	Non innov.	10.26	9.07
Emprunts auprès du groupe ou des associés	Innov.	2.67	3.65
	Non innov.	4.11	2.73
Emprunts obligataires	Innov.	2.16	0.12
	Non innov.	0.25	1.69
Autres emprunts	Innov.	2.22	2.46
	Non innov.	1.36	1.97
Financements propres	Innov.	86.24	88.50
	Non innov.	84.01	84.71

Sources : CdB (Banque de France) et CIS2, CIS3 (SESSI)

Pour conclure, les divers indicateurs de l'importance des emprunts bancaires, aussi bien en termes de flux qu'en termes de stocks, apparaissent toujours moins importants pour les entreprises innovantes que pour les non innovantes.

1.2 Des taux d'intérêt apparents moins élevés

Pour examiner le coût des emprunts bancaires des entreprises, nous ne disposons pas d'information directe sur les taux d'intérêt des prêts qui leur sont accordés³. Nous examinons alors le coût des emprunts des entreprises via les taux d'intérêt **apparents**. Ceux-ci sont définis comme le rapport des frais financiers de la firme sur le montant de son encours d'emprunt pour une année donnée⁴.

Les taux d'intérêt apparents ainsi calculés apparaissent moins élevés pour les entreprises engagées dans des activités technologiquement innovantes que pour celles qui ne le sont pas.

³De telles informations existent, par exemple dans l'enquête *Coût du crédit* de la Banque de France, mais nous n'y avons pas eu accès.

⁴Le calcul des taux d'intérêt apparents à partir des données de la Centrale de Bilans est présenté en annexe C.

Tableau 1.6. Taux d'intérêt apparents (hors endettement auprès du groupe)

	Moyenne		Médiane	
	1994-1996	1998-2000	1994-1996	1998-2000
Innovantes	9,66%	7,3%	8,71%	6,14%
Non innovantes	10,49%	7,55%	9,62%	6,43%

Sources : CdB (Banque de France) et CIS2, CIS3 (SESSI)

Ce résultat avait déjà été mis en évidence par Planès *et al.* (2002) à partir du même type de données⁵. Ils expliquaient ce coût des emprunts inférieurs pour les entreprises innovantes par leur meilleure santé financière. En effet, comme le montre le tableau 1.7 ci-dessous, les entreprises innovantes sont en moyenne plus grandes que les entreprises non innovantes et elles réalisent de meilleures performances économiques (taux de marge plus élevé, productivité du travail plus importante).

Tableau 1.7. Caractéristiques des entreprises innovantes et non innovantes

		Moyenne		Médiane	
		1994-1996	1998-2000	1994-1996	1998-2000
Total actif (milliers d'euros)	Innov.	76787	73391	16754	17330
	Non innov.	15711	17854	4736	5431
Taux de marge (%)	Innov.	22,6	23,09	22,26	22,29
	Non innov.	19,86	20,66	19,51	20,25
Taux d'investissement (%)	Innov.	11,88	12,88	8,75	9,61
	Non innov.	11,05	12,07	6,98	7,58
Proportion d'actifs immatériels (%)	Innov.	6,02	7,6	2,78	3,45
	Non innov.	4,71	6,51	1,96	2,63
Taux d'endettement (%)	Innov.	38,62	35,47	22,94	20,39
	Non innov.	53,21	48,77	33,84	30,35
Productivité du travail (%)	Innov.	50,06	55,91	45,86	51,41
	Non innov.	42,44	48,36	39,39	44,74
Productivité du capital (%)	Innov.	1,29	1,25	0,99	0,98
	Non innov.	1,61	1,65	1,18	1,25

Sources : CdB (Banque de France) et CIS2, CIS3 (SESSI)

⁵L'étude de Planès *et al.* (2002) est basée sur l'échantillon des entreprises de la Centrale de Bilans de la Banque de France enquêtées dans CIS2.

Ainsi, malgré une plus forte proportion d'actifs incorporels dans les bilans des entreprises innovantes, leurs caractéristiques favorables peuvent induire des conditions de financement plus favorables.

L'ensemble de ces statistiques révèle alors un paradoxe autour du financement externe des entreprises engagées dans des activités technologiquement innovantes : elles recourent moins fortement aux emprunts bancaires alors qu'elles semblent bénéficier de conditions de crédit plus favorables que les entreprises non innovantes.

2 Plusieurs pistes pour lever ce paradoxe

Une première interprétation du fait que les entreprises non innovantes sont caractérisées par une plus forte proportion d'emprunts bancaires alors qu'elles ont des taux d'intérêts apparents plus élevés pourrait être envisagée dans le cadre de la théorie proposée par Stiglitz et Weiss (1981). Comme ces entreprises présentent globalement des caractéristiques de fiabilité financière moins bonnes que les entreprises innovantes, elles peuvent être vues comme étant du « mauvais » type. Les firmes du « mauvais » type sont plus enclines à accepter des prêts à des taux élevés puisqu'elles savent qu'elles ont une forte probabilité de ne pas rembourser les banques. Cependant, les banques ayant conscience de ce phénomène, un rationnement du crédit devrait se mettre en place : compte tenu de la faible fiabilité financière des entreprises prêtes à accepter des taux d'intérêt élevés, les banques devraient refuser de leur prêter. Or, les statistiques présentées précédemment ont révélé que les entreprises non innovantes contractaient plus fréquemment de nouveaux emprunts bancaires que les entreprises innovantes. Cette explication n'est donc pas pleinement satisfaisante. Dans cette section, nous envisageons trois autres explications possibles de ce paradoxe. Elles découlent des données et des méthodes utilisées pour comparer le coût de l'endettement des entreprises innovantes et non innovantes.

2.1 Les différences de composition de la dette

Une autre explication du coût moins élevé des emprunts des entreprises innovantes pourrait résider dans les différences de composition de l'endettement des

deux catégories de firmes.

L'information dont nous disposons ne permet pas d'identifier les frais financiers liés à chaque type de dette. Les frais financiers incluent ainsi les intérêts de financements de termes différents (court terme et long ou moyen terme) et de sources différentes (emprunts bancaires et autres emprunts divers par exemple). L'importance relative chez les entreprises innovantes des *autres emprunts*, qui incluent des prêts à taux bonifiés, pourraient ainsi induire un taux d'intérêt apparent de l'ensemble de l'endettement moins élevé (cf. tableau 1.8 ci-dessous).

Tableau 1.8. Structure de l'endettement hors groupe (y compris court terme)
Ratios moyens pondérés, en % de l'endettement hors groupe

	1994-1996	1998-2000
<i>Entreprises innovantes</i>		
Emprunts bancaires long et moyen termes	47,43	43,67
Autres emprunts (long et moyen termes)	18,92	21,99
Crédits bancaires (court terme)	33,65	34,34
Total	100	100
<i>Entreprises non innovantes</i>		
Emprunts bancaires long et moyen termes	61,87	58,26
Autres emprunts (long et moyen termes)	8,59	14,26
Crédits bancaires (court terme)	29,54	27,48
Total	100	100

Sources : CdB (Banque de France) et CIS2, CIS3 (SESSI)

Pour illustrer les effets de la composition de l'endettement sur son coût, nous avons réalisé un petit exercice de simulation dans lequel nous posons des hypothèses sur les taux d'intérêt des différentes dettes (première colonne du tableau 1.9). On fait l'hypothèse que le taux d'intérêt des emprunts bancaires de long ou moyen terme est de 10%, celui des autres emprunts de 5% et le taux des crédits bancaires de court terme est supposé égal à 18%. Nous affectons alors ces taux d'intérêt à la structure de financement observée des entreprises selon leur caractère innovant et nous en déduisons le coût apparent de l'endettement induit par ces hypothèses (deux dernières colonnes du tableau 1.9).

Tableau 1.9. Effet de la composition de l'endettement sur le taux d'intérêt apparent

Hypothèses sur les taux d'intérêts de chaque type de dette	Répartition de l'endettement hors groupe		Coût associé	
	1994-1996	1998-2000	1994-1996	1998-2000
<i>Entreprises innovantes</i>				
Emprunts bancaires (LMT) : 10%	47,43	43,67	4,743	4,367
Autres emprunts (LMT) : 5%	18,92	21,99	0,946	1,0995
Crédits bancaires (CT) : 18%	33,65	34,34	6,057	6,1812
Taux d'intérêt apparent			11,746	11,648
<i>Entreprises non innovantes</i>				
Emprunts bancaires (LMT) : 10%	61,87	58,26	6,187	5,826
Autres emprunts (LMT) : 5%	8,59	14,26	0,4295	0,713
Crédits bancaires (CT) : 18%	29,54	27,48	5,3172	4,9464
Taux d'intérêt apparent			11,934	11,485

Sources : CdB (Banque de France) et CIS2, CIS3 (SESSI)

Avec les hypothèses faites sur le niveau des taux d'intérêt de chaque type de dette, et compte tenu de la structure observée de l'endettement, le taux d'intérêt apparent des entreprises innovantes s'établit à 11,76% et celui des entreprises non innovantes à 11,93% pour la première période. Il apparaît ainsi que les différences de composition de l'endettement des entreprises innovantes et non innovantes peuvent induire des taux d'intérêt apparents inférieurs pour les premières. Cependant, ces différences de composition de l'endettement ne constituent pas la seule raison qui pourrait expliquer des taux d'intérêts apparents inférieurs pour les entreprises innovantes. D'autres explications peuvent également être envisagées et sont présentées dans les paragraphes suivants.

2.2 Une comparaison trop fruste des taux d'intérêt des innovantes / non innovantes

Une autre raison pour laquelle les taux d'intérêt apparents peuvent apparaître plus élevés pour les entreprises non innovantes que pour les entreprises innovantes

peut tout simplement être les indicateurs trop frustes utilisés qui ne tiennent notamment pas compte des effets de taille (les entreprises innovantes sont en moyenne plus grandes que les non innovantes) et du secteur d'activité. Toutefois, en contrôlant des effets du secteur et de la taille, le taux d'intérêt moyen de l'endettement hors groupe des entreprises innovantes apparaît toujours légèrement inférieur à celui des non innovantes (tableau 1.10).

Tableau 1.10. Taux d'intérêt apparents moyens,
calculés par analyse de la variance (taille, secteur)

	1994-1996	1998-2000
Innovantes	10,07	7,42
Non Innovantes	10,41	7,61
Sources : CdB (Banque de France) et CIS2, CIS3 (SESSI)		

Cependant, pour évaluer si toutes choses égales par ailleurs, le comportement innovant d'une entreprise a un impact sur le coût de ses financements, il faut estimer une équation dans laquelle l'ensemble des caractéristiques de l'entreprise potentiellement liées à sa fiabilité financière (son caractère innovant, sa taille, sa structure de financement antérieure, etc...) explique le niveau du taux d'intérêt auquel elle fait face. Le tableau 1.11 présente les résultats obtenus en régressant le taux d'intérêt apparent de l'endettement hors groupe sur :

- 1) les valeurs passées :
 - du taux d'endettement,
 - du taux de marge,
 - du ratio de la capacité d'autofinancement rapportée au total du bilan,
 - du ratio du montant des emprunts sur le capital tangible de la firme,
- 2) la variable indicatrice d'innovation,
- 3) la taille de l'entreprise (mesurée par une variable indicatrice en quatre classes définies selon les quartiles de la distribution du total du bilan des entreprises)
- 4) des indicatrices sectorielles et annuelles.

Tableau 1.11. Estimation du taux d'intérêt apparent
hors groupe (MCO)

Variables	Coeff.	Ec. Type
Constante	7,149 ***	0,283
(taux dette financière)t-1	0,001	0,001
(taux de marge)t-1	0,01 *	0,006
(CAF/total bilan)t-1	-2,13 *	1,162
(emprunt/capital)t-1	0,16	0,112
innov	-0,332 ***	0,125
taille1 (total bilan<3000)	1,674 ***	0,188
taille2 (3000<total bilan<7500)	0,133	0,168
taille3 (7500<total bilan<30000)	-0,355 **	0,155
id_1994	3,25 ***	0,198
id_1995	2,677 ***	0,192
id_1996	1,982 ***	0,194
id_1998	0,357 *	0,196
id_1999	-0,21	0,193
id_db	-0,03	0,248
id_dc	1,085 ***	0,405
id_dd	-0,259	0,368
id_de	-0,375	0,253
id_dg	0,339	0,287
id_dh	0,043	0,27
id_di	0,343	0,31
id_dj	-0,347	0,123
id_dk	0,813 ***	0,237
id_dm	-0,265	0,287
id_dn	-0,293	0,28
R ²	0,106	

Les résultats de cette régression se révèlent plutôt médiocres. La qualité de l'ajustement est mauvaise ($R^2 = 0,10$) et très peu de variables sont significatives. Le coefficient estimé associé à la capacité d'autofinancement est significatif au seuil de 10%. Son signe négatif est cohérent avec l'idée que les entreprises disposant de financements internes solides ont un coût du crédit moins élevé lorsqu'elles se financent auprès d'apporteurs de capitaux externes. Par ailleurs, le coût de l'endettement hors groupe apparaît plus élevé pour les petites entreprises et les coefficients significatifs et décroissants des indicatrices temporelles reflètent la baisse générale des taux d'intérêt sur la période considérée. L'effet positif du taux de marge (significatif au seuil de 10%) sur le taux d'intérêt bancaire ne correspond pas à celui qui est at-

tendu : cet indicateur de la capacité des entreprises à dégager des profits devrait plutôt être négativement corrélé avec le coût auquel elles obtiennent des financements. Enfin, la régression indique, comme les statistiques descriptives précédentes, une corrélation négative entre l'indicatrice d'innovation et le taux d'intérêt apparent de l'endettement. Cette corrélation, qui est celle qui nous intéresse directement ici, est cependant susceptible d'être affectée par des problèmes de biais de sélection.

2.3 Un problème de biais de sélection

De façon évidente, le coût de l'endettement ne peut être observé que pour les entreprises qui ont contracté des emprunts : il s'agit donc des firmes qui ont demandé des financements externes et qui ont accepté les conditions de financement proposées par les bailleurs de fonds. Il faudrait alors tenir compte du biais de sélection qui affectent les taux d'intérêt observés.

Pour illustrer les mécanismes sous-jacents au biais de sélection qui affecte les taux d'intérêt observés, nous envisageons le cas où une entreprise aurait un taux d'intérêt observé égal à zéro. Ceci pourrait s'expliquer de trois façons.

i) L'entreprise n'a pas eu besoin de financement externe et n'a pas adressé de demande de financement aux bailleurs de fonds.

ii) L'entreprise n'a pas accepté les conditions de financement proposées par les apporteurs de capitaux (par exemple, elle a jugé les taux d'intérêt trop élevés).

iii) Elle s'est vu refuser l'attribution de prêt du fait d'une fiabilité financière insuffisante.

Afin de tenir compte des biais de sélection du *taux d'intérêt observé*, il faudrait définir un *taux d'intérêt latent* qui reflète les conditions d'accès de l'entreprise aux emprunts bancaires en fonction de ses caractéristiques. Dans ce cadre, les entreprises engagées dans des activités innovantes pourraient être confrontées à des contraintes financières qui accroissent leur taux d'intérêt *latent* et qui les conduisent à contracter moins souvent et dans des proportions moindres des emprunts bancaires. Parmi les entreprises qui ont recours aux emprunts bancaires, les meilleures performances de celles qui sont innovantes (mises en évidence dans le tableau 1.7) pourraient alors leur permettre de se financer *effectivement* à des taux d'intérêt inférieurs à ceux des entreprises non innovantes.

Le traitement de ce biais de sélection est difficile à mettre en oeuvre avec les données dont nous disposons. Comme nous l'avons déjà souligné, les taux d'intérêt observés ici sont des taux apparents. Il ne s'agit donc pas des taux des *nouveaux* crédits, mais des taux d'intérêt calculés à partir du *stock* d'endettement des entreprises et à partir des frais financiers associés. De ce fait, la prise en compte du biais de sélection s'avère difficile. Il faudrait, dans un premier temps, spécifier l'effet de la sélection sur le taux des *nouveaux* crédits et ensuite déterminer comment il affecte le *taux apparent du stock d'endettement*, compte tenu de la dynamique des financements et de leurs remboursements.

Les difficultés posées par la mesure des taux d'intérêt apparents nous amènent à considérer une autre approche que celle qui consiste à s'appuyer directement sur le coût des emprunts. Afin d'étudier si les entreprises innovantes font face à des contraintes financières spécifiques, nous étudions la probabilité qu'une firme contracte des emprunts bancaires.

3 La probabilité qu'une firme contracte des emprunts bancaires

Nous proposons d'établir la demande *latente* des entreprises en emprunts bancaires, compte tenu du taux d'intérêt *latent* que leur appliquent les banques.

Les sources d'information sur lesquelles nous nous appuyons renseignent sur le montant total des *nouveaux* emprunts bancaires contractés au cours d'une année. Le modèle peut donc ensuite être aisément estimé en considérant que le montant effectivement observé correspond à une demande latente positive, et donc, que la probabilité qu'une firme contracte un emprunt bancaire est donnée par la probabilité que sa demande latente, compte tenu du taux d'intérêt latent, soit positive.

La modélisation proposée et les estimations qui en découlent reposent sur l'hypothèse que le taux d'intérêt *latent* offert est fixé par les banques en fonction des caractéristiques *observables* de l'entreprise. Ceci permet ainsi résoudre le problème de non disponibilité de l'information des taux des *nouveaux* crédits.

Par ailleurs, pour tenir compte de l'ensemble des sources de biais de sélection (*i.e.*, pour tenir compte du fait que les banques peuvent accorder un prêt à un

taux élevé et/ou qu'elles peuvent refuser de prêter à une entreprise trop risquée), il faudrait considérer que l'offre de prêt porte simultanément sur les montants prêtés et sur les taux d'intérêt. Cependant, comme nos données ne renseignent que sur les montants des nouveaux emprunts et non sur leurs taux d'intérêt, il est difficile d'envisager cette offre simultanée. Nous avons fait le choix de modéliser la demande latente des entreprises en fonction du taux d'intérêt latent fixé par les banques selon les caractéristiques observables de l'entreprise. Les entreprises présentant une santé financière moins bonne que d'autres font face à un taux d'intérêt plus élevé. Cependant, cette approche permet de considérer qu'en cas de santé financière très dégradée de l'entreprise et de risque important pour la banque, le taux d'intérêt fixé peut être si élevé qu'il conduit l'entreprise à ne pas accepter le prêt.

Dans ce qui suit, nous présentons le cadre théorique qui conduit au modèle économétrique.

3.1 Le cadre théorique

Les principaux travaux sur le financement de l'investissement visent à mettre en évidence l'effet de la présence de contraintes financières sur l'investissement. Dans ce cadre, les modèles structurels proposés sont des modèles d'investissement dans lesquels la présence de contraintes financières est modélisée par des contraintes de positivité des dividendes et/ou par un niveau maximal d'endettement possible (par exemple, Bernanke, Gertler et Gilchrist, 1996 ; Whited, 1992 ; Hubbard, Kashyap et Whited, 1995). Concrètement, cette modélisation de l'investissement en présence de contraintes financières se traduit par l'introduction de multiplicateurs de Lagrange dans le programme de maximisation de la valeur intertemporelle de la firme. Le multiplicateur de Lagrange doit ensuite être spécifié comme une fonction *ad hoc* de variables financières de l'entreprise afin de rendre estimable l'équation d'investissement (cf Rosenwald, 2001).

Ici, nous nous intéressons plus spécifiquement aux décisions de financement de la firme. L'idée est alors d'écrire le profit de la firme en fonction des différentes sources de financements possibles et de leurs coûts afin de déterminer la demande d'emprunts bancaires.

Nous considérons une firme qui souhaite réaliser l'investissement I_{it}^* . Pour financer cet investissement, la firme dispose de trois sources possibles de financement :

- l'autofinancement, RE_{it} ,
- des emprunts auprès du groupe ou des associés, NGL_{it} ,
- des emprunts bancaires, NBL_{it} .

A la date t , l'ensemble des sources de financement pour le nouvel investissement de la firme (noté NF_{it}) s'écrit donc :

$$NF_{it} = RE_{it} + NGL_{it} + NBL_{it}. \quad (1.1)$$

Les financements que l'entreprise est capable de mobiliser lui permettent de réaliser l'investissement I_{it} :

$$\begin{aligned} I_{it} &= NF_{it} \\ &= RE_{it} + NGL_{it} + NBL_{it}. \end{aligned} \quad (1.2)$$

En notant r_{it}^{RE} le coût du financement interne, et r_{it}^{NGL} et r_{it}^{*NBL} les taux d'intérêt associés respectivement aux emprunts auprès du groupe et aux emprunts bancaires, le coût total de l'investissement de la firme est :

$$r_{it}(NF_{it}) \times NF_{it} = r_{it}^{*NBL} NBL_{it} + r_{it}^{RE} RE_{it} + r_{it}^{NGL} NGL_{it} \quad (1.3)$$

L'investissement effectivement réalisé par la firme peut être inférieur à celui qu'elle aurait pu entreprendre en l'absence de problèmes informationnels avec ses apporteurs de capitaux si elle rencontre des contraintes financières qui accroissent le coût des financements (i.e., on peut avoir $I_{it} \leq I_{it}^*$).

3.1.1 Les hypothèses de modélisation de l'existence de contraintes financières

L'existence potentielle de contraintes financières est prise en compte par la combinaison de deux hypothèses :

- l'existence d'asymétries d'information crée une hiérarchie des financements et

les ressources internes sont prédéterminées par rapport à la source externe de financement ;

- les banques fixent les taux d'intérêt de leurs prêts en fonction des caractéristiques observables de l'entreprise.

Les ressources internes de financement sont prédéterminées par rapport aux ressources externes.

Dans le cadre du théorème de Modigliani Miller (1958), en particulier en l'absence de problèmes informationnels entre l'entrepreneur et ses bailleurs de fonds externes, le coût des financements est égal à leur seul coût d'opportunité, et par conséquent, les sources de financement interne et externe sont parfaitement substituables. Mais l'existence d'asymétries d'information crée une prime de financement qui accroît le coût des financements externes. Dans ce contexte, les ressources internes de financement sont préférées aux sources externes. La hiérarchie des financements⁶ s'établit telle que les financements externes ne sont utilisés que si la firme n'est pas capable de financer l'investissement incrémental sur ses ressources internes.

En ligne avec cette littérature de la théorie du financement hiérarchique, nous considérons que les financements internes sont prédéterminés par rapport aux financements externes.

Comme les problèmes informationnels avec le groupe auquel la firme appartient sont limités (on peut en effet considérer que la tête de groupe possède une information similaire à celle de sa filiale sur les caractéristiques de cette dernière), nous supposons que les ressources internes de la firme sont constituées de son autofinancement (RE_{it}) et des emprunts qu'elle peut contracter avec son groupe (NGL_{it}). Ces deux sources internes de financement sont alors prédéterminées par rapport à la source externe de financement que constituent les nouveaux emprunts bancaires (NBL_{it}).

Le taux d'intérêt bancaire dépend des caractéristiques de l'entreprise

L'offre de prêt est établie par les banques en fonction des éléments qu'elles peuvent observer et qui caractérisent le risque de l'entreprise (comme les garanties tangibles qu'apporte l'entreprise, l'importance de ses investissements immatériels,

⁶cf. Myers (2001) ainsi que Leary et Roberts (2006) pour des revues de littérature récentes des travaux portant sur la théorie du financement hiérarchique.

son taux d'endettement actuel, sa capacité à dégager des profits, etc...). En d'autres termes, le taux d'intérêt bancaire fixé par les banques (noté r_{it}^{*NBL}) est une fonction de caractéristiques Z_{it} de la firme et de l'investissement qu'elle veut financer :

$$r_{it}^{*NBL} = r_{it}^{*NBL}(Z_{it}). \quad (1.4)$$

En particulier, le taux d'intérêt bancaire est supposé croître avec le montant emprunté (cette hypothèse est, par exemple, aussi faite par Bond et Meghir (1994)). Comme les contraintes financières peuvent être plus au moins sévères selon les spécificités des firmes, nous considérons en outre que la sensibilité du taux d'intérêt au montant emprunté peut être différente d'une firme à l'autre. Nous posons donc :

$$\frac{\partial r_{it}^{*NBL}}{\partial NBL_{it}} = \lambda_i \text{ avec } \lambda_i > 0. \quad (1.5)$$

Les financements internes (RE_{it} et NGL_{it}) n'étant pas affectés par les problèmes informationnels, leurs coûts respectifs (r_{it}^{RE} et r_{it}^{NGL}) sont supposés égaux à un coût d'opportunité.

Compte tenu de ces éléments, la firme prend ses décisions de financement en maximisant la somme actualisée de ses profits futurs.

3.1.2 Détermination de la demande latente d'emprunts bancaires

La demande de l'entreprise en matière de prêts bancaires est déterminée par la maximisation de la somme actualisée de ses profits futurs $\mathbb{E}(\Pi_{it})$:

$$Max_{NBL_{it}} \mathbb{E}(\Pi_{it}) = \sum_{\tau=0}^{+\infty} \left(\frac{1}{1+\rho} \right)^\tau \mathbb{E}(\pi_{it+\tau}) \quad (1.6)$$

En considérant que la firme est dotée d'une fonction de production $F(K_{it}, L_{it})$ (avec K_{it} son stock de capital et L_{it} le niveau de ses emplois) et en notant w_{it} le coût unitaire du travail, c_{it}^K le coût d'usage du capital et p_{it} le prix de vente de son produit, le profit de la firme à la date t s'écrit :

$$\pi_{it} = p_{it}F(K_{it}, L_{it}) - w_{it}L_{it} - c_{it}^K K_{it}. \quad (1.7)$$

On suppose que la firme évolue dans un cadre de concurrence monopolistique. L'élasticité de la demande à son prix de vente p_{it} est notée ε_{it} .

L'évolution du capital de la firme est décrite par la règle d'accumulation habituelle :

$$K_{it} = (1 - \delta)K_{i,t-1} + I_{it} \quad (1.8)$$

où δ est le taux de dépréciation du capital.

Par ailleurs, la dynamique des financements de la firme est donnée par :

$$\begin{aligned} BL_{it} &= (1 - \gamma_{BL})BL_{i,t-1} + NBL_{it} \\ GL_{it} &= (1 - \gamma_{GL})GL_{i,t-1} + NGL_{it} \end{aligned} \quad (1.9)$$

où BL_{it} et GL_{it} sont respectivement les montants des stocks des emprunts bancaires et des emprunts auprès du groupe à la fin de la période t . Ainsi les paramètres γ décrivent le rythme des remboursements.

Le coût des nouveaux financements est donné par la relation 1.3 et celui des emprunts contractés dans le passé et qui n'ont pas encore été remboursés (notés $F_{i,t-1}$) est :

$$c_{it}F_{i,t-1} = c_{it}^{BL}BL_{i,t-1} + c_{it}^{GL}GL_{i,t-1} \quad (1.10)$$

avec c_{it} , c_{it}^{BL} et c_{it}^{RE} les coûts unitaires respectifs de l'ensemble des emprunts, des emprunts bancaires et des emprunts auprès du groupe contractés dans le passé et qui n'ont pas encore été totalement remboursés.

L'expression du coût du capital ($c_{it}^K K_{it}$) qui intervient dans le profit de la firme à la date t (cf relation 1.7) peut être précisée à partir des relations spécifiant l'évolution du capital (relation 1.8), le coût des nouveaux financements de l'investissement (relation 1.3) et le coût des emprunts contractés dans le passé non encore totalement remboursés (relation 1.10).

En effet, le coût du capital de l'entreprise à la date t est l'addition du coût actuel du stock de capital de l'entreprise de la date précédente qui est toujours en place en t et du coût du nouvel investissement de la date t :

$$c_{it}^K K_{it} = c_{it}^{K,t-1} (1 - \delta) K_{it-1} + r_{it} I_{it}$$

avec $c_{it}^{K,t-1}$ le coût unitaire du stock de capital de l'entreprise de la date précédente toujours en place en t et r_{it} le coût unitaire de l'investissement.

Nous avons supposé que la taille de l'investissement était déterminée par le montant des financements que l'entreprise est capable de mobiliser (cf relation 1.2). Par conséquent, le coût de l'investissement $r_{it}I_{it}$ est égal à celui de ses financements $r_{it}NF_{it}$ (cf la relation 1.3). De la même façon, le coût actuel du stock de capital résultant des décisions passées d'investissement ($c_{it}^{K,t-1}(1-\delta)K_{it-1}$) est égal au coût actuel des financements contractés dans le passé qui ne sont pas totalement remboursés ($c_{it}F_{i,t-1}$).

Ainsi le profit de la firme à la date t peut s'écrire :

$$\pi_{it} = p_{it}F(K_{it}, L_{it}) - w_{it}L_{it} - c_{it}F_{i,t-1} - r_{it}NF_{it}$$

Cette écriture du profit en fonction des financements possibles et de leurs coûts respectifs permet alors d'établir directement la demande d'emprunts bancaires en présence de contraintes financières.

Afin d'obtenir une équation estimable, nous tirons parti du fait que la condition du premier ordre du programme de maximisation considéré (expression 1.6) doit être vérifiée à chaque date. Nous considérons en outre que l'échéancier des financements n'est pas différent de celui du capital productif qu'ils financent et nous supposons ainsi que le taux d'amortissement du capital et les taux de remboursement des financements coïncident ($\gamma = \gamma_{BL} = \gamma_{GL} = \delta$). Il est alors possible d'écrire :

$$\frac{\partial \Pi_{it}}{\partial NBL_{it}} - \frac{1-\gamma}{1+\rho} \mathbb{E} \left(\frac{\partial \Pi_{it+1}}{\partial NBL_{it+1}} \right) = 0 \quad (1.11)$$

Ceci permet de simplifier les expressions en éliminant les sommes infinies dues à la maximisation intertemporelle du profit de la firme. Le détail du calcul est donné en annexe D. Toutefois, afin de mieux préciser les mécanismes qui affectent la décision de financement de l'entreprise, nous détaillons ici les éléments qui composent la condition de premier ordre du programme de maximisation de la firme pour la date t :

$$\frac{\partial \Pi_{it}}{\partial NBL_{it}} = \frac{\partial \pi_{it}}{\partial NBL_{it}} + \mathbb{E} \sum_{\tau=1}^{+\infty} \left(\frac{1}{1+\rho} \right)^\tau \frac{\partial \pi_{it+\tau}}{\partial NBL_{it}} = 0. \quad (1.12)$$

Compte tenu de l'ensemble des hypothèses posées, le premier terme de cette relation est :

$$\begin{aligned} \frac{\partial \pi_{it}}{\partial NBL_{it}} &= p_{it} \left(\frac{1 + \varepsilon_{it}}{\varepsilon_{it}} \right) \frac{\partial F(K_{it}, L_{it})}{\partial NBL_{it}} - \frac{\partial(r_{it}^{*NBL}(NF_{it}) \times NF_{it})}{\partial NBL_{it}} \\ &= p_{it} \left(\frac{1 + \varepsilon_{it}}{\varepsilon_{it}} \right) \frac{\partial F(K_{it}, L_{it})}{\partial K_{it}} \frac{\partial K_{it}}{\partial I_{it}} \frac{\partial I_{it}}{\partial NBL_{it}} \\ &\quad - \frac{\partial(r_{it}^{*NBL} NBL_{it} + r_{it}^{RE} RE_{it} + r_{it}^{NGL} NGL_{it})}{\partial NBL_{it}} \\ &= \left(\frac{1 + \varepsilon_{it}}{\varepsilon_{it}} \right) P_{mK_{it}} - r_{it}^{*NBL} - \frac{\partial r_{it}^{*NBL}}{\partial NBL_{it}} NBL_{it} \end{aligned} \quad (1.13)$$

Ainsi, contracter un nouvel emprunt bancaire à la date t a trois effets sur le profit de la firme à cette même date :

- un effet dû à la productivité générée par le nouvel investissement financé par le prêt contracté ($P_{mK_{it}}$),
- un effet direct sur le paiement de frais financiers, r_{it}^{*NBL} ,
- un effet indirect du fait de la dépendance du taux d'intérêt au montant emprunté $\left(\frac{\partial r_{it}^{*NBL}}{\partial NBL_{it}} NBL_{it} \right)$.

Le deuxième terme de l'expression 1.12, *i.e.* $\left(\mathbb{E} \sum_{\tau=1}^{+\infty} \left(\frac{1}{1+\rho} \right)^\tau \frac{\partial \pi_{it+\tau}}{\partial NBL_{it}} \right)$, décrit l'impact du nouvel emprunt sur l'ensemble des profits futurs de la firme. Afin d'illustrer cet effet du nouvel emprunt sur les profits futurs, nous détaillons son impact pour la seule date $t + \tau$:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \pi_{i,t+\tau}}{\partial NBL_{it}} &= p_{it+\tau} \left(\frac{1 + \varepsilon_{it+\tau}}{\varepsilon_{it+\tau}} \right) \frac{\partial F(K_{i,t+\tau}, L_{i,t+\tau})}{\partial NBL_{it}} - \frac{\partial(r_{i,t+\tau} \times NF_{i,t+\tau})}{\partial NBL_{it}} - \frac{\partial(c_{i,t+\tau} \times F_{i,t+\tau-1})}{\partial NBL_{it}} \\ &= p_{it+\tau} \left(\frac{1 + \varepsilon_{it+\tau}}{\varepsilon_{it+\tau}} \right) \frac{\partial F(K_{i,t+\tau}, L_{i,t+\tau})}{\partial K_{i,t+\tau}} \frac{\partial K_{i,t+\tau}}{\partial K_{it}} \frac{\partial K_{it}}{\partial I_{it}} \frac{\partial I_{it}}{\partial NBL_{it}} \\ &\quad - \frac{\partial(r_{i,t+\tau}^{NBL} NBL_{i,t+\tau} + r_{t+\tau}^{RE}(RE_{i,t+\tau} + NGL_{i,t+\tau}))}{\partial NBL_{it}} \\ &\quad - \frac{\partial(c_{i,t+\tau}^{BL} BL_{i,t+\tau-1} + c_{t+\tau}^{RE} GL_{i,t+\tau-1})}{\partial NBL_{it}} \end{aligned}$$

D'où :

$$\begin{aligned} \frac{\partial \pi_{i,t+\tau}}{\partial NBL_{it}} = & (1-\delta)^\tau \left(\frac{1+\varepsilon_{it+\tau}}{\varepsilon_{it+\tau}} \right) P_{mK_{i,t+\tau}} - \frac{\partial r_{i,t+\tau}^{*NBL}}{\partial BL_{i,t+\tau}} \cdot (1-\gamma_{BL})^\tau \cdot NBL_{i,t+\tau} \\ & - (1-\gamma_{BL})^{\tau-1} \left[\frac{\partial r_{it}^{*NBL}}{\partial NBL_{it}} NBL_{it} + c_{i,t+\tau}^{BL} \right]. \end{aligned}$$

L'effet du nouvel emprunt bancaire contracté en t sur le profit futur de la firme en $t + \tau$, se décompose ainsi en :

- un impact sur la productivité future du capital $((1-\delta)^\tau P_{mK_{t+\tau}})$, car l'investissement en t entre dans la constitution du capital futur de l'entreprise,

- un effet sur le coût futur du stock d'endettement futur $((1-\gamma_{BL})^{\tau-1} c_{i,t+\tau}^{BL})$ qui provient de la part de l'emprunt contracté en t qui ne sera pas encore remboursée en $t + \tau$,

- et un impact sur le taux d'intérêt des emprunts futurs $\frac{\partial r_{i,t+\tau}^{*NBL}}{\partial BL_{i,t+\tau}} \cdot (1-\gamma_{BL})^\tau \cdot NBL_{i,t+\tau}$, ceux-ci dépendant du stock futur d'endettement de la firme.

En résumé, contracter un nouvel emprunt en t permet à l'entreprise d'accroître sa productivité présente et future. En contrepartie, le nouvel emprunt a un coût pour l'entreprise. D'une part, il donne lieu au remboursement d'intérêts pour les périodes présente et futures. D'autre part, ce nouvel emprunt, en augmentant l'endettement de l'entreprise pour les périodes futures, accroît aussi le coût de ses nouveaux emprunts futurs.

Finalement l'expression 1.11 conduit à la relation suivante (cf détails des calculs en annexe D) :

$$\begin{aligned} & \left(\frac{1+\varepsilon_{it}}{\varepsilon_{it}} \right) P_{mK_{it}} - \left(r_{it}^{*NBL} - \frac{1-\gamma}{1+\rho} \mathbb{E}_t(r_{i,t+1}^{*NBL}) \right) \\ & - \frac{\lambda_i(1+\rho+\gamma)}{\rho+\gamma} \left(NBL_{it} - \frac{1-\gamma}{1+\rho} \mathbb{E}_t(NBL_{i,t+1}) \right) \\ & - \left(\frac{1}{1+\rho} \right) \mathbb{E}_t(c_{i,t+1}^{BL}) \\ & = 0, \end{aligned}$$

à partir de laquelle nous déduisons la demande latente d'emprunts bancaires de la firme :

$$NBL_{it}^* = \frac{\rho + \gamma}{\lambda_i(1 + \rho + \gamma)} \left\{ \left(\frac{1 + \varepsilon_{it}}{\varepsilon_{it}} \right) P_{mK_{it}} - \left(r_{it}^{*NBL} + \mathbb{E}_t \left(\frac{c_{i,t+1}^{BL}}{1 + \rho} \right) \right) \right. \\ \left. + \frac{1 - \gamma}{1 + \rho} \mathbb{E}_t \left(\left(r_{i,t+1}^{*NBL} + \frac{\lambda_i(1 + \rho + \gamma)}{\rho + \gamma} NBL_{i,t+1}^* \right) \right) \right\}. \quad (1.14)$$

La demande latente d'emprunts bancaires de la firme i à la date t dépend ainsi :

- de la productivité marginale de son investissement,
- du taux d'intérêt latent que demandent les banques en fonction des caractéristiques de la firme et de son investissement,
- de l'impact de ses décisions actuelles de financement sur le coût de sa dette future,

- et de l'interaction entre les décisions actuelles et les décisions futures de financement, du fait de la nature dynamique de l'investissement et de son financement. Cet aspect dynamique est résumé par la présence de l'espérance du taux d'intérêt latent et de la demande latente des emprunts bancaires futurs dans l'expression 1.14.

En ce qui concerne l'effet de la présence de contraintes financières sur les décisions de financement, il apparaît clairement que la demande latente en matière d'emprunts bancaires est affectée par la sévérité des contraintes financières auxquelles la firme fait face. Cet impact des contraintes financières sur la demande latente en emprunts bancaires provient de deux effets :

- un effet direct dû au taux d'intérêt latent fixé par les banques r_{it}^{*NBL} ,
- et un effet indirect résultant de la dépendance entre le montant emprunté et le taux d'intérêt bancaire (mesurée par le paramètre λ_i).

Le montant latent optimal d'emprunts bancaires NBL_{it}^* peut ainsi être négatif quand la firme fait face à un coût global de l'endettement élevé relativement à la productivité marginale de son investissement. Dans ce cas, l'entreprise ne contractera pas d'emprunt bancaire.

A l'inverse, une augmentation du taux d'intérêt anticipé sur les emprunts futurs $\mathbb{E}_t(r_{i,t+1}^{*NBL})$ conduit à un accroissement de la demande latente en emprunt bancaire pour la période courante.

Par ailleurs, un accroissement de la demande latente espérée future $\mathbb{E}_t(NBL_{i,t+1}^*)$ augmente également la demande latente actuelle NBL_{it}^* . Ceci est une conséquence indirecte de la relation positive entre le taux d'intérêt et le montant emprunté (relation 1.5) : une demande latente plus élevée dans le futur a pour conséquence d'accroître le taux d'intérêt associé $r_{i,t+1}^{*NBL}$, ce qui, en termes relatifs, diminue le coût de l'investissement actuel.

Enfin, dans cette expression de la demande latente d'emprunt bancaire, il apparaît que le taux d'intérêt apparent ne peut pas être utilisé comme une proxy du coût des nouveaux crédits. En effet, le taux d'intérêt apparent (défini comme le rapport des frais financiers hors groupe de l'entreprise sur son endettement) reflète le coût associé à **l'ensemble des décisions passées** de financement. Il constitue donc une mesure de la variable $c_{i,t+1}^{BL}$ alors que la variable latente r_{it}^{*NBL} est le taux d'intérêt associé à **la décision de financement courante**.

A partir de cette expression du montant latent optimal d'emprunt bancaire (relation 1.14), nous définissons le modèle économétrique de probabilité qu'une firme contracte un emprunt bancaire.

3.2 Le modèle économétrique

3.2.1 La probabilité que la firme se finance par emprunt bancaire

Pour que la firme décide effectivement de se financer par emprunt bancaire, il faut que sa demande latente définie par l'expression 1.14 soit positive. Comme le facteur multiplicatif $\frac{\rho+\gamma}{\lambda_i(1+\rho+\gamma)}$ qui entre dans l'expression 1.14 est positif, la condition spécifiant que la firme i se finance par emprunt bancaire peut s'écrire :

$$\left\{ \left(\frac{1 + \varepsilon_{it}}{\varepsilon_{it}} \right) P_{mK_{it}} - \left(r_{it}^{NBL^*} + \mathbb{E}_t \left(\frac{c_{i,t+1}^{BL}}{1 + \rho} \right) \right) + \frac{1 - \gamma}{1 + \rho} \mathbb{E}_t \left(r_{i,t+1}^{NBL^*} + \frac{\lambda_i(1 + \rho + \gamma)}{\rho + \gamma} NBL_{i,t+1}^* \right) \right\} > 0 \quad (1.15)$$

En pratique, la demande latente de la firme n'est pas observable. En revanche, nous savons si la firme a contracté de nouveaux emprunts bancaires (et dans ce cas, nous observons les montants des emprunts contractés).

Nous définissons alors une variable binaire y_{it} telle que :

$$\begin{cases} y_{it} = 1 & \text{si la firme a contracté des emprunts bancaires nouveaux à la date } t \\ y_{it} = 0 & \text{sinon,} \end{cases}$$

ainsi que la variable latente y_{it}^* suivante :

$$\begin{aligned} y_{it}^* = & \left(\frac{1 + \varepsilon_{it}}{\varepsilon_{it}} \right) P_{mK_{it}} - \left(r_{it}^{*NBL} + \mathbb{E}_t \left(\frac{c_{i,t+1}^{BL}}{1 + \rho} \right) \right) \\ & + \frac{1 - \gamma}{1 + \rho} \mathbb{E}_t \left(r_{i,t+1}^{*NBL} + \frac{\lambda_{it}(1 + \rho + \gamma)}{\rho + \gamma} y_{i,t+1} \right) + u_{it} \end{aligned} \quad (1.16)$$

Le terme d'erreur u_{it} est supposé avoir une structure d'erreurs composées :

$$u_{it} = e_i + \omega_{it}$$

L'effet individuel e_i représente les facteurs inobservables, spécifiques à l'entreprise et qui peuvent avoir une incidence sur sa propension à contracter des emprunts bancaires.

La probabilité que la firme i s'appuie sur des emprunts bancaires pour financer, totalement ou partiellement son investissement est donc :

$$\begin{aligned} \Pr(y_{it} = 1) &= \Pr(NBL_{it}^* \geq 0) \\ &= \Pr(y_{it}^* \geq 0) \\ &= \Pr \left[\left(\frac{1 + \varepsilon_{it}}{\varepsilon_{it}} \right) P_{mK_{it}} - \left(r_{it}^{*NBL} + \mathbb{E}_t \left(\frac{c_{i,t+1}^{BL}}{1 + \rho} \right) \right) \right. \\ &\quad \left. \frac{1 - \gamma}{1 + \rho} \mathbb{E}_t \left(r_{i,t+1}^{*NBL} + \frac{\lambda_{it}(1 + \rho + \gamma)}{\rho + \gamma} y_{i,t+1} \right) + e_i + \omega_{it} \geq 0 \right] \end{aligned} \quad (1.17)$$

3.2.2 Spécification du modèle économétrique

Pour estimer la probabilité qu'une firme se finance par emprunt bancaire telle qu'elle est défini par l'expression 1.17, il est nécessaire d'en spécifier les variables non observables : le taux d'intérêt latent des emprunts (r_{it}^{*NBL}) et la productivité marginale de l'investissement ($P_{mK_{it}}$).

Le taux d'intérêt latent

Le taux d'intérêt offert par les banques est fixé en fonction du montant (inobservable) désiré par l'entreprise (NBL_{it}^*) et d'autres caractéristiques de l'entreprise reflétant sa fiabilité financière.

Nous prenons en compte la taille désirée du prêt en introduisant comme variables explicatives du taux d'intérêt latent le niveau de l'investissement de la firme I_{it} ainsi que ses financements internes mesurés par l'autofinancement RE_{it-1} et les emprunts auprès du groupe NGL_{it-1} . Comme les entreprises innovantes sont susceptibles d'être confrontées à des problèmes de financement plus sévères que les non innovantes, toutes choses égales par ailleurs, la sensibilité du taux d'intérêt latent au montant emprunté (le paramètre λ_i) peut se révéler plus forte pour les entreprises innovantes que pour les entreprises non innovantes. Afin de contrôler pour cette sensibilité potentiellement différente du taux d'intérêt latent des entreprises innovantes et non innovantes, nous introduisons également un terme d'interaction entre la taille de l'investissement I_{it} et le caractère innovant de la firme $Innov_i$.

Pour tenir compte de l'effet de la fiabilité financière de la firme perçue par les banques sur le taux d'intérêt latent, les variables explicatives suivantes sont introduites :

- le ratio des emprunts de long et moyen termes sur le collatéral (ce dernier étant mesuré comme le montant des actifs corporels de la firme), $(Debt/Collateral)_{it-1}$;
- le taux de marge passé de la firme, comme indicateur de ses performances économiques, $(Profit\ Margin)_{it-1}$;
- la part de l'investissement immatériel dans l'investissement total de la firme $(Share\ of\ Int.Inv)_{it}$, ce facteur étant susceptible d'une part d'affecter la capacité des banques à évaluer correctement le risque du projet et d'autre part d'amoindrir le collatéral que la firme peut apporter en garantie ;
- une variable indicatrice égale à 1 si la firme est engagée dans des activités technologiquement innovantes ($Innov_i$). Cette variable permet de tester si, une fois que l'on a contrôlé pour les autres caractéristiques observées, les entreprises innovantes sont affectées d'un taux d'intérêt latent plus élevé, pour des raisons d'asymétrie d'information et de risque qui ne seraient pas prises en compte par les variables explicatives déjà introduites. En particulier, il est très difficile d'avoir une mesure

des garanties tangibles que l'entreprise peut effectivement offrir aux banques. Ici, le risque que représente la firme pour la banque est pris en compte par les ratios $(Debt/Collateral)_{it-1}$ et $(Share\ of\ Int.Inv)_{it}$. Ces mesures sont cependant probablement insuffisantes pour cerner parfaitement le risque et les garanties de la firme. En effet, l'entreprise innovante peut être caractérisée par une forte proportion d'actifs corporels qui lui sont spécifiques et qui, de ce fait, ont peu de valeur marchande en dehors de cette entreprise. En cas de faillite de l'entreprise, la banque ne pourrait pas revendre ces actifs spécifiques facilement. Ils ne constituent donc pas de bonnes garanties et ne devraient pas entrer dans la mesure du collatéral. Par ailleurs, les normes comptables actuelles ne permettent pas d'avoir une mesure satisfaisante de l'investissement immatériel. L'introduction de la variable $(Innov_i)$ permet de tenir compte de cet aspect également.

Le modèle auxiliaire que nous substituons au taux d'intérêt latent r_{it}^{*NBL} est alors le suivant :

$$\begin{aligned} r_{NBLit}^* = & \beta_0 + \beta_1 I_{it} + \beta_{1I} I_{it} \times Innov_i + \beta_2 RE_{it-1} + \beta_3 NGL_{it-1} \quad (1.18) \\ & + \beta_4 (Debt/Collateral)_{it-1} + \beta_5 (Profit\ Margin)_{it-1} \\ & + \beta_6 (Share\ of\ Int.\ Inv)_{it} + \beta_7 Innov_i + u_{it}. \end{aligned}$$

Nous supposons que les perturbations u_{it} peuvent avoir une structure d'erreurs composées et qu'elles sont distribuées selon la loi normale.

D'après le modèle, l'ampleur du besoin de financement externe accroît le taux d'intérêt latent. On s'attend donc à ce qu'une augmentation du montant de l'investissement se traduise par une hausse du taux d'intérêt latent ($\beta_1 > 0$), et ceci d'autant plus que la firme est engagée dans des activités innovantes ($\beta_{1I} > 0$). Un renforcement des financements internes, en diminuant le montant de financement externe nécessaire, diminue le taux d'intérêt latent ($\beta_2 < 0$ et $\beta_3 < 0$). De solides garanties, relativement à l'importance de l'endettement, doivent permettre à la firme d'accéder au financement bancaire à un taux favorable ($\beta_4 > 0$), tout comme de bonnes performances économiques ($\beta_5 < 0$). La présence d'une forte proportion d'investissement immatériel renforce les difficultés que peuvent avoir les banques pour évaluer les qualités de la firme. Les banques sont alors susceptibles d'exiger un taux d'intérêt

latent plus élevé pour les entreprises investissant fortement en immatériel ($\beta_6 > 0$). Enfin, la présence de contraintes financières spécifiques aux entreprises innovantes se traduit dans le modèle par un taux d'intérêt latent plus élevé ($\beta_7 > 0$).

De façon similaire, l'espérance du taux d'intérêt latent de la période suivante $\mathbb{E}_t(r_{i,t+1}^{NBL*})$ est remplacée par :

$$\begin{aligned} \mathbb{E}_t(\widehat{r_{NBLit+1}^*}) = & \beta_0 + \beta_1 \widehat{I_{it+1}} + \widehat{RE_{it}} + \beta_3 \widehat{NGL_{it}} \\ & \beta_4 (\widehat{Debt/Collateral})_{it} + \beta_5 (\widehat{Profit\ Margin})_{it} \\ & + \beta_6 (\widehat{Share\ of\ Int.\ Inv})_{it+1} + \beta_7 \widehat{Innov_i} + u_{it+1}. \end{aligned} \quad (1.19)$$

où l'indication $\langle\langle \widehat{} \rangle\rangle$ signifie, qu'en supposant des anticipations rationnelles, les valeurs anticipées des variables ont été remplacées par leur valeur prévue obtenue à partir d'une regression sur les instruments suivants :

- 1) les valeurs en $t - 1$
 - de la productivité du capital,
 - de l'investissement,
 - du logarithme du capital,
 - du cash-flow,
 - des emprunts auprès du groupe et des associés,
 - du taux d'endettement,
 - du taux de marge,
 - de la part de l'investissement immatériel dans le total de l'investissement,
 - du taux d'intérêt apparent global (il s'agit de l'ensemble des frais financiers divisé par l'endettement financier de la firme)
- 2) l'interaction de ces caractéristiques avec la taille de la firme (définie en classes selon les quartiles de la distribution du total du bilan),
- 3) la taille de la firme (définie comme précisée ci-dessus)
- 4) la variable indicatrice d'innovation ainsi que son interaction avec la taille de la firme,
- 5) des indicatrices sectorielles et temporelles (annuelles).

La productivité marginale de l'investissement

La productivité marginale de l'investissement est un autre élément non observable de la probabilité que la firme se finance par emprunt bancaire.

La productivité moyenne des entreprises se révèle très hétérogène (voir tableau 1.12 ci-dessous), il est donc difficile de se baser sur la seule relation usuelle $P_{mK_{it}} = \alpha \frac{F(K_{it}, L_{it})}{K_{it}}$.

Tableau 1.12. Productivité moyenne du capital

	Ensemble	PME	GE	Innov.	Non Innov.
Q1	0,71	0,74	0,69	0,71	0,74
Médiane	1,07	1,10	1,00	1,03	1,11
Q3	1,69	1,74	1,56	1,62	1,77
Moyenne	1,40	1,45	1,33	1,35	1,47

Nous décidons donc de modéliser le produit de la productivité marginale du capital avec le terme d'élasticité de la demande adressée à l'entreprise comme une fonction de la productivité moyenne et d'autres caractéristiques de la firme (comme sa taille et son caractère innovant) ainsi que d'effets spécifiques au secteur d'activité ($\text{Dum_ind}_{l,it}$) de la firme et des conditions générales de l'économie captées par des indicatrices annuelles ($\text{Dum_year}_{\tau,it}$).

Ainsi, le modèle que nous substituons au terme $\left(\frac{1+\varepsilon_{it}}{\varepsilon_{it}}\right) P_{mK_{it}}$ est le suivant :

$$\begin{aligned} \left(\frac{1+\varepsilon_{it}}{\varepsilon_{it}}\right) P_{mK_{it}} = & \alpha_0 + \alpha_1 \frac{Q_{it}}{K_{it}} + \alpha_2 \text{Innov}_i \left(\frac{Q_{it}}{K_{it}}\right) + \sum_j \theta_j \text{Size}_{j,it} \quad (1.20) \\ & + \sum_{\tau} \varsigma_{\tau} \text{Dum_year}_{\tau,it} + \sum_l \kappa_l \text{Dum_ind}_{l,it} + v_{it} \end{aligned}$$

Nous supposons que les perturbations v_{it} ont une structure d'erreurs composées et sont distribuées selon la loi normale.

Il est difficile de définir quels sont les signes attendus des coefficients associés aux différentes variables de l'équation 1.20, et en particulier celui de $\frac{Q_{it}}{K_{it}}$ puisque le produit de la productivité marginale du capital avec le terme d'élasticité de la demande adressée à l'entreprise au prix de vente de son produit est pris en compte par l'ensemble des caractéristiques introduites.

Le modèle estimé

Le modèle estimé est celui décrit par l'expression 1.14 dans laquelle le taux d'intérêt latent r_{it}^{*NBL} , l'espérance de la valeur future de ce dernier $\mathbb{E}_t(r_{i,t+1}^{NBL*})$ et le terme de productivité marginale de l'investissement $\left(\frac{1+\varepsilon_{it}}{\varepsilon_{it}}\right) P_{mK_{it}}$ ont été remplacés par les expressions définies ci-dessus. En outre, la productivité moyenne du capital (équation 1.20), le montant courant de l'investissement et la part de l'investissement immatériel de la date t (dans l'équation 1.18 qui définit le taux d'intérêt latent) étant clairement endogènes, ces trois variables ont été instrumentées avec les mêmes variables que celles présentées précédemment. Enfin, il faut noter qu'une mesure directe du coût actuel des emprunts contractés dans le passé $c_{i,t}^{BL}$ est donnée par le taux d'intérêt apparent des emprunts bancaires. Ceux-ci étant définis comme le rapport des frais financiers (hors groupe) inscrits au compte de résultat de l'entreprise sur le total des emprunts bancaires, ils reflètent bien le coût actuel des décisions passées de financement. En supposant des anticipations rationnelles, la valeur anticipée du coût futur de l'endettement $\mathbb{E}_t(c_{i,t+1}^{BL})$ a été remplacée par la valeur prévue $\widehat{c}_{i,t+1}^{BL}$ obtenue en régressant le taux d'intérêt apparent hors groupe sur la liste des instruments définie précédemment. Ainsi, le modèle estimé est le suivant :

$$\begin{aligned}
& \Pr(y_{it} = 1) = \\
& \Pr \left[\frac{1 - \gamma}{1 + \rho} \frac{\lambda_i(1 + \rho + \gamma)}{\rho + \gamma} y_{i,t+1} \right. \\
& - \left\{ \beta_0 + \beta_1 \widehat{I}_{it} + \beta_{1I} \widehat{I}_{it} \times Innov_i + \beta_2 RE_{it-1} + \beta_3 NGL_{it-1} + \beta_4 (\text{Debt/Collateral})_{it-1} \right. \\
& + \beta_5 (\text{Profit Margin})_{it-1} + \beta_6 \left(\widehat{\text{Share of Int. Inv}} \right)_{it} + \beta_7 Innov_i \left. \right\} \\
& + \frac{1 - \gamma}{1 + \rho} \left\{ \beta_0 + \beta_1 \widehat{I}_{it+1} + \beta_{1I} \widehat{I}_{it+1} \times Innov_i + \beta_2 \widehat{RE}_{it} + \beta_3 \widehat{NGL}_{it} + \beta_4 \left(\widehat{\text{Debt/Collateral}} \right)_{it} \right. \\
& + \beta_5 \left(\widehat{\text{Profit Margin}} \right)_{it} + \beta_6 \left(\widehat{\text{Share of Int. Inv}} \right)_{it+1} + \beta_7 Innov_i \left. \right\} \\
& - \left(\frac{\widehat{c}_{i,t+1}^{BL}}{1 + \rho} \right) + \alpha_0 + \alpha_1 \left(\widehat{\frac{Q_{it}}{K_{it}}} \right) + \alpha_2 Innov_i \left(\widehat{\frac{Q_{it}}{K_{it}}} \right) + \\
& \left. \sum_j \theta_j \text{Size}_{j,it} + \sum_\tau \varsigma_\tau \text{Dum_year}_{\tau,it} + \sum_l \kappa_l \text{Dum_ind}_{l,it} + e_i + \omega_{it} \geq 0 \right],
\end{aligned}$$

ce qui peut se réécrire comme :

$$\begin{aligned}
& \Pr(y_{it} = 1) \\
&= \Pr\{\pi_0 + \pi_{1a}y_{i,t+1} + \pi_{1b}y_{i,t+1}.\text{Innov}_i \\
&+ \pi_2\widehat{I}_{it} + \pi_{2I}\widehat{I}_{it} \times \text{Innov}_i + \pi_3RE_{it-1} + \pi_4NGL_{it-1} + \pi_5(\text{Debt/Collateral})_{it-1} \\
&+ \pi_6(\text{Profit Margin})_{it-1} + \pi_7(\widehat{\text{Share of Int. Inv}})_{it} \\
&+ \pi_8\widehat{I}_{it+1} + \pi_{8I}\widehat{I}_{it+1} \times \text{Innov}_i + \pi_9\widehat{RE}_{it} + \pi_{10}\widehat{NGL}_{it} + \pi_{11}(\widehat{\text{Debt/Collateral}})_{it} \\
&+ \pi_{12}(\widehat{\text{Profit Margin}})_{it} + \pi_{13}(\widehat{\text{Share of Int. Inv}})_{it+1} \\
&+ \pi_{14} \text{Innov}_i + \pi_{15} \widehat{c}_{i,t+1}^{BL} \\
&+ \pi_{16} \left(\frac{\widehat{Q}_{it}}{\widehat{K}_{it}} \right) + \pi_{17} \text{Innov}_i \left(\frac{\widehat{Q}_{it}}{\widehat{K}_{it}} \right) + \\
&\sum_j \theta_j \text{Size}_{j,it} + \sum_\tau \varsigma_\tau \text{Dum_year}_{\tau,it} + \sum_l \kappa_l \text{Dum_ind}_{l,it} + e_i + \omega_{it} \geq 0\}.
\end{aligned} \tag{1.21}$$

Le modèle théorique suppose que la sensibilité du taux d'intérêt latent au montant emprunté (mesurée par λ_i) traduit la sévérité des contraintes financières que la firme rencontre. Cette sensibilité du taux d'intérêt au montant emprunté induit un effet positif des décisions futures de financement sur la décision présente : le coût de l'emprunt futur s'élève avec la demande future, ce qui en termes relatifs, favorise la décision de la firme de se financer aujourd'hui par emprunt. Pour tenir compte de cet aspect, nous introduisons dans la régression l'interaction de la décision future de financement avec la variable d'innovation. De cette façon, nous tenons compte d'un effet de la décision anticipée de financement pour la période future sur celle de la période actuelle potentiellement différencié selon l'importance des difficultés de financement rencontrées par la firme i . On s'attend alors à avoir $\pi_{1a} > 0$ et $\pi_{1b} > 0$. Le lien entre les coefficients estimés et les paramètres structurels ainsi que leurs signes attendus sont présentés dans le tableau 1.13.

Table 1.13. Coefficients estimés et paramètres structurels

Estimation			Modèle	
Coefficients estimés	Variables	Signes attendus	Paramètres structurels	Variables
π_0	constante	/	$\alpha_0 + \beta_0 \left(\frac{1-\gamma}{1+\rho} \right)$	/
π_{1a}	$y_{i,t+1}$	+	$\frac{\lambda(1+\rho+\gamma)}{\rho+\gamma} \frac{1-\gamma}{1+\rho}$	$NBL_{i,t+1}^*$
π_{1b}	$y_{i,t+1} \times \text{Innov}_i$	+	$\frac{\lambda_I(1+\rho+\gamma)}{\rho+\gamma} \frac{1-\gamma}{1+\rho}$	
π_2	I_{it}	—	$-\beta_1$	r_{NBLit}^*
π_{2I}	$I_{it} \times \text{Innov}_i$	—	$-\beta_{1I}$	
π_3	RE_{it-1}	+	$-\beta_2$	
π_4	NGL_{it-1}	+	$-\beta_3$	
π_5	$(\text{Debt/Collateral})_{it-1}$	—	$-\beta_4$	
π_6	$(\text{Profit Margin})_{it-1}$	+	$-\beta_5$	
π_7	$(\text{Share of Int. Inv})_{it-1}$	—	$-\beta_6$	
π_8	$\widehat{I}_{it+1}$	+	$\beta_1 \frac{1-\gamma}{1+\rho}$	$r_{NBLit+1}^*$
π_{8I}	$\widehat{I}_{it+1} \times \text{Innov}_i$	+	$\beta_{1I} \frac{1-\gamma}{1+\rho}$	
π_9	$\widehat{RE}_{it}$	—	$\beta_2 \frac{1-\gamma}{1+\rho}$	
π_{10}	$\widehat{NGL}_{it}$	—	$\beta_3 \frac{1-\gamma}{1+\rho}$	
π_{11}	$(\text{Debt/Collateral})_{it}$	+	$\beta_4 \frac{1-\gamma}{1+\rho}$	
π_{12}	$(\text{Profit Margin})_{it}$	—	$\beta_5 \frac{1-\gamma}{1+\rho}$	
π_{13}	$(\text{Share of Int. Inv})_{it}$	+	$\beta_6 \frac{1-\gamma}{1+\rho}$	
π_{14}	Innov_i	—	$\beta_7 \left(\frac{1-\gamma}{1+\rho} - 1 \right)$	r_{NBLit}^* and $r_{NBLit+1}^*$
π_{15}	$\widehat{C}_{i,t+1}^{BL}$	—	$\frac{-1}{1+\rho}$	$C_{i,t+1}^{BL}$
π_{16}	$\widehat{\left(\frac{Q_{it}}{K_{it}} \right)}$	/	α_1	$\left(\frac{1+\varepsilon_{it}}{\varepsilon_{it}} \right) PmK_{it}$
π_{17}	$\text{Innov}_i \widehat{\left(\frac{Q_{it}}{K_{it}} \right)}$	/	α_2	
$\sum_j \theta_j$	$\text{Size}_{j,it}$	/		
$\sum_\tau \varsigma_\tau$	$\text{Dum_year}_{\tau,it}$	/		
$\sum_l \kappa_l$	$\text{Dum_ind}_{l,it}$	/		

Sur le plan économétrique, l'effet individuel e_i est supposé non corrélé avec les variables explicatives (autres que $y_{i,t+1}$) et suivre une loi normale de variance σ_e ,

$$e_i \rightsquigarrow N(0, \sigma_e)$$

et la composante ω_{it} suit une loi normale centrée réduite,

$$\omega_{it} \rightsquigarrow N(0, 1).$$

La spécification dynamique de notre modèle économétrique qui se caractérise par la dépendance de la demande latente courante d'emprunts bancaires avec la demande anticipée future résulte directement du modèle théorique. La dépendance d'état (*state dependence*) est donc avant tout inhérente à notre cadre théorique. Dans les estimations, cet effet pourrait être renforcé par une dépendance fallacieuse induite par la présence d'hétérogénéité inobservée propre à chaque entreprise e_i .

La prise en compte de l'hétérogénéité inobservée nécessite de traiter le problème de la condition initiale $y_{i,0}$ du processus dynamique. Trois approches sont proposées dans la littérature.

La plus simple est de poser une hypothèse très forte en considérant que la condition initiale est exogène et donc n'est pas corrélée avec l'hétérogénéité inobservée e_i .

Une autre façon de faire est de modéliser explicitement la distribution jointe de tous les $y_{i,t}$ (y compris $y_{i,0}$) conditionnellement à l'ensemble des autres variables explicatives X_{it} et à l'hétérogénéité inobservée e_i . Cette approche nécessite donc de spécifier la distribution de la condition initiale $y_{i,0}$ conditionnellement à l'hétérogénéité inobservée e_i .

Enfin, Wooldridge (2005) propose de modéliser la distribution de l'effet individuel inobservé conditionnellement à la valeur initiale (et éventuellement à des variables explicatives exogènes). Ici, nous considérons :

$$e_i = \psi_0 + \psi_1 y_{i,0} + \nu_i$$

Le traitement de la condition initiale du probit dynamique revient alors simple-

ment à introduire cette valeur initiale $y_{i,0}$ dans la liste des variables explicatives. Dans notre cas, la période d'estimation débute en 1994 (pour les entreprises enquêtées dans CIS2) mais les données de la Centrale de Bilans dont nous disposons permettent facilement de connaître les flux de nouveaux financements depuis 1992. Nous avons donc considéré comme condition initiale l'information la plus ancienne dont on dispose sur le recours aux nouveaux emprunts bancaires pour chaque firme.

Sous ces hypothèses, conditionner la distribution de la variable dépendante par rapport à l'effet individuel, permet d'écrire la vraisemblance du modèle pour l'individu i comme :

$$\begin{aligned} L_i &= \Pr(y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{iT} | X_i) \\ &= \int_{-\infty}^{+\infty} \prod_{t=1}^T \Pr(Y_{it} = y_{it} | X_{it}, e_i) f(e_i) de_i \end{aligned} \quad (1.22)$$

avec

$$\prod_{t=1}^T \Pr(Y_{it} = y_{it} | X_{it}\beta + e_i) = \prod_{t=1}^T F(X_{it}\beta + e_i)^{y_{it}} (1 - F(X_{it}\beta + e_i))^{1-y_{it}}$$

(F étant ici la fonction de répartition de la loi normale centrée réduite)

et

$$f(e_i) = \frac{1}{2\pi\sigma_e} \exp\left(\frac{-e_i^2}{2\sigma_e^2}\right)$$

4 Estimations

Les résultats de l'estimation du modèle sont d'abord présentés. Puis nous menons divers tests de robustesse. Nous comparons notamment nos résultats avec ceux obtenus à partir d'une démarche plus descriptive qui ne se baserait pas sur le modèle théorique.

4.1 Résultats de l'estimation du modèle

Le modèle spécifié par l'équation (1.21) a été estimé comme un probit simple puis en tenant compte de la structure de panel de l'échantillon (probit à effets

aléatoires, tableau 1.14.a) ainsi qu'en contrôlant pour la condition initiale y_0 (tableau 1.14.b). Tous les résultats sont concordants et se révèlent cohérents avec notre cadre théorique.

Premièrement, le taux d'intérêt latent offert par les banques est plus élevé lorsque les entreprises sont engagées dans des activités technologiquement innovantes. En effet, le coefficient estimé associé à la variable $Innov_i$ est négatif et significatif. Ce résultat est d'autant plus notable qu'il est obtenu en contrôlant pour des caractéristiques susceptibles d'être différentes pour les entreprises innovantes et non innovantes : le ratio $Debt/Collateral$, le taux de marge (*Profit Margin*) et la part de l'investissement immatériel.

Parmi les variables explicatives du taux d'intérêt latent, le ratio «dette sur collatéral», qui a un impact négatif sur le coût latent du crédit, apparaît très significatif. Les entreprises qui ont investi fortement en immatériel, et qui de ce fait ne peuvent pas apporter des garanties tangibles aux banques, peuvent ainsi voir leur probabilité de se financer par emprunts bancaires réduite par ce biais.

Enfin, comme attendu, un taux de marge passé élevé (significatif au seuil de 10%) réduit le taux d'intérêt latent demandé par les banques, ce qui augmente la probabilité que l'entreprise se finance par emprunts bancaires.

Deuxièmement, le coefficient associé à la décision anticipée de financement pour la période suivante (*i.e.*, le coefficient de y_{it+1}) est significativement différent selon le caractère innovant ou non de l'entreprise. Ceci montre une dépendance du taux d'intérêt latent au montant emprunté plus forte pour les entreprises innovantes. Un accroissement de la demande latente de financement à la période suivante a pour conséquence d'augmenter le coût de ce financement, ce qui diminue relativement le coût de l'investissement actuel et favorise son financement par emprunts bancaires. Par conséquent, le coefficient positif et significatif de la variable croisée $y_{it+1} \times Innov_i$ s'interprète, dans le cadre de notre modèle théorique, comme révélant une sensibilité plus forte du taux d'intérêt latent au montant emprunté pour les entreprises engagées dans des activités d'innovation.

En résumé, la prime de financement externe que doivent payer les entreprises innovantes est à la fois plus élevée et plus fortement croissante avec le montant du prêt que celle demandée aux entreprises non innovantes.

Les entreprises engagées dans des activités technologiquement innovantes rencontrent ainsi des contraintes financières spécifiques qui, toutes choses égales par ailleurs, diminuent leur probabilité de se financer par emprunts bancaires.

Une autre différence significative entre les entreprises innovantes et non innovantes est l'impact plus élevé de l'investissement courant sur la probabilité de contracter des prêts bancaires pour les firmes non innovantes. La somme des coefficients de l'investissement I_{it} (respectivement I_{it+1}) et de leur interaction avec la variable d'innovation $I_{it} \times Innov_i$ (respectivement $I_{it+1} \times Innov_i$) ne semble pas différente de zéro. Ce résultat est à première vue surprenant car il ne correspond pas à celui attendu. En effet, l'investissement courant a été introduit dans la modélisation du taux d'intérêt latent pour tenir compte de la taille des financements demandés et le terme d'interaction avec la variable indicatrice d'innovation $I_{it} \times Innov_i$ a été inclus pour permettre une sensibilité éventuellement différente du taux d'intérêt latent au montant demandé selon le caractère innovant de l'entreprise. On se serait donc attendu à obtenir un effet significativement plus fort de la taille de l'investissement sur le taux d'intérêt latent pour les entreprises innovantes (et donc à un effet significativement négatif sur leur probabilité de contracter de nouveaux emprunts bancaires). Cependant, plusieurs interprétations sont possibles pour expliquer ce résultat.

Tout d'abord, ceci peut indiquer que le besoin de financement externe des entreprises innovantes est mal approximé par leur investissement total. On pourrait en effet penser que ces firmes préfèrent financer leur investissement en actifs matériels par des emprunts bancaires et s'appuyer sur des financements internes pour leurs actifs immatériels.

Une autre explication, probablement plus convaincante, est que le modèle est fondé sur la relation entre la demande latente d'emprunts bancaires et leur taux d'intérêt latent. Comme le montrent les résultats mis en évidence ci-dessus, la prime de financement externe augmente plus fortement avec le montant du prêt pour les

entreprises innovantes que pour les entreprises non innovantes. Par conséquent, la différence entre l'investissement observé I_{it} (qui est donc celui qui a été effectivement financé) et l'investissement initialement désiré I_{it}^* en l'absence de contraintes de financement est probablement plus grande pour les entreprises innovantes que pour les entreprises non innovantes. Ceci peut alors avoir pour conséquence de rendre la corrélation entre l'investissement observé et la demande latente de financement externe plus faible pour les entreprises innovantes que pour les entreprises non innovantes.

D'un point de vue économétrique, il est impressionnant de constater la parfaite similitude entre les estimations obtenues par le probit simple et celles obtenues en tenant compte d'effets individuels aléatoires (tableau 1.14.a). En effet, la variance de l'effet aléatoire est estimée égale à zéro. Ceci semble donc indiquer l'absence d'hétérogénéité individuelle inobservée, une fois que l'on a contrôlé pour l'ensemble des caractéristiques observables des entreprises.

L'introduction de la condition initiale, qui se révèle significative, ne modifie en rien les résultats de l'estimation. En particulier, l'effet de la dynamique de la décision anticipée de financement pour la période future n'est pas affecté et ce constat reste vrai lorsque l'on introduit un effet différencié de la décision initiale de financement y_{i0} selon le caractère innovant de l'entreprise. Le coefficient positif associé à cette variable semble alors indiquer que les entreprises innovantes qui se financent initialement par emprunt bancaire ont une probabilité plus forte que les autres de le faire également à l'avenir.

Tableau 1.14.a. Estimation de la probabilité qu'une firme contracte des emprunts bancaires

	Probit simple		Effets individuels	
	Coef.	Ec. Type	Coef.	Ec. Type
$E(y_{t+1})$	1,222 ***	0,062	1,222 ***	0,062
$E(y_{t+1}) \cdot \text{innov}$	0,417 ***	0,078	0,417 ***	0,078
l_t	-0,142 **	0,060	-0,142 **	0,060
$E(l_{t+1})$	0,143 **	0,063	0,143 **	0,063
$l_t \cdot \text{innov}$	0,145 **	0,065	0,145 **	0,065
$E(l_{t+1}) \cdot \text{innov}$	-0,154 **	0,067	-0,154 **	0,067
RE_{t-1}	-0,008	0,007	-0,008	0,007
$E(RE)_t$	0,018 *	0,010	0,018 *	0,010
NGL_{t-1}	0,002	0,006	0,002	0,006
$E(NGL)_t$	-0,025	0,017	-0,025	0,017
Innov	-0,303 ***	0,087	-0,303 ***	0,087
$(\text{Debt/collateral})_{t-1}$	-1,074 ***	0,282	-1,074 ***	0,282
$E(\text{Debt/collateral})_t$	1,579 ***	0,360	1,579 ***	0,360
$(\text{Profit margin})_{t-1}$	0,011 *	0,007	0,011 *	0,007
$(\text{Profit margin})_t$	-0,014 *	0,009	-0,014 *	0,009
$E(\text{CNBL}, t+1)$	0,014	0,013	0,014	0,013
Q_t/K_t	-0,102 ***	0,026	-0,102 ***	0,026
$(Q_t/K_t) \cdot \text{innov}$	0,051	0,036	0,051	0,036
size1	0,095	0,073	0,095	0,073
size 2	0,190 ***	0,065	0,190 ***	0,065
size 3	0,161 ***	0,060	0,161 ***	0,060
id_1994	0,176 **	0,075	0,176 **	0,075
id_1995	0,168 **	0,070	0,168 **	0,070
id_1996	0,041	0,067	0,041	0,067
id_1998	-0,077	0,064	-0,077	0,064
id_1999	0,033	0,063	0,033	0,063
id_db	-0,192 **	0,093	-0,192 **	0,093
id_dc	-0,203	0,136	-0,203	0,136
id_dd	0,178	0,147	0,178	0,147
id_de	-0,051	0,097	-0,051	0,097
id_dg	-0,216 **	0,107	-0,216 **	0,107
id_dh	0,020	0,104	0,020	0,104
id_di	-0,181	0,112	-0,181	0,112
id_dj	-0,009	0,086	-0,009	0,086
id_dk	-0,162 *	0,093	-0,162 *	0,093
id_dl	-0,274 ***	0,094	-0,274 ***	0,094
id_dm	-0,079	0,109	-0,079	0,109
y0	—	—	—	—
$y0 \cdot \text{Innov}$	—	—	—	—
constant	-0,231	0,155	-0,231	0,155
Sigma e	—	—	0,001	0,118
Log vraisemblance	-3035,91		-3871,03	

Tableau 1.14.b. Estimation de la probabilité qu'une firme
contracte des emprunts bancaires (contrôle des conditions initiales)

	Condition initiale+ effets individuels		Condition initiale*innov+ effets individuels	
	Coef.	Ec. Type	Coef.	Ec. Type
$E(y_{t+1})$	1,158 ***	0,063	1,169 ***	0,063
$E(y_{t+1}) * innov$	0,382 ***	0,079	0,364 ***	0,079
l_t	-0,128 **	0,060	-0,129 **	0,060
$E(l_{t+1})$	0,132 **	0,063	0,132 **	0,063
$l_t * innov$	0,133 **	0,065	0,136 **	0,065
$E(l_{t+1}) * innov$	-0,144 **	0,067	-0,146 **	0,067
RE_{t-1}	-0,007	0,007	-0,007	0,007
$E(RE)_t$	0,015	0,011	0,014	0,011
NGL_{t-1}	0,003	0,006	0,002	0,006
$E(NGL)_t$	-0,023	0,017	-0,022	0,017
$Innov$	-0,250 ***	0,088	-0,440 ***	0,125
$(Debt/collateral)_{t-1}$	-0,969 ***	0,283	-0,936 ***	0,284
$E(Debt/collateral)_t$	1,452 ***	0,362	1,410 ***	0,363
$(Profit\ margin)_{t-1}$	0,011 *	0,007	0,011	0,007
$(Profit\ margin)_t$	-0,014	0,009	-0,014	0,009
$E(CNBL_{t+1})$	0,009	0,013	0,010	0,013
Q_t/K_t	-0,090 ***	0,027	-0,092 ***	0,027
$(Q_t/K_t) * innov$	0,049	0,036	0,055	0,037
size1	0,117	0,074	0,111	0,074
size 2	0,164 **	0,067	0,162 **	0,067
size 3	0,163 **	0,062	0,162 ***	0,062
id_1994	0,205 ***	0,076	0,203 ***	0,076
id_1995	0,191 ***	0,071	0,191 ***	0,071
id_1996	0,057	0,068	0,056	0,068
id_1998	-0,074	0,065	-0,075	0,065
id_1999	0,045	0,064	0,045	0,064
id_db	-0,153	0,094	-0,143	0,094
id_dc	-0,204	0,137	-0,197	0,137
id_dd	0,132	0,147	0,145	0,147
id_de	-0,068	0,098	-0,057	0,098
id_dg	-0,137	0,108	-0,130	0,109
id_dh	0,084	0,105	0,094	0,106
id_di	-0,132	0,114	-0,126	0,114
id_dj	-0,003	0,087	0,002	0,087
id_dk	-0,122	0,094	-0,119	0,094
id_dl	-0,207 **	0,095	-0,201 **	0,095
id_dm	-0,052	0,111	-0,041	0,111
y0	0,723 ***	0,050	0,571 ***	0,087
$y0 * Innov$	—	—	0,228 **	0,106
constant	-0,826 ***	0,163	-0,706 ***	0,173
Sigma e	0,000	0,068	0,000	0,067
Log vraisemblance	-2932,13		-2929,830	

4.2 Tests de robustesse

L'estimation du modèle sur les deux sous-échantillons obtenus en séparant les entreprises innovantes des entreprises non innovantes confirme ces résultats (voir le tableau 1.E.1 de l'annexe E). En contraignant, les coefficients à être identiques pour les deux types d'entreprises innovantes et non innovantes, on obtient des résultats nettement moins satisfaisants. En effet, la comparaison du modèle non contraint (tableau 1.14.a) et du modèle contraint (tableau 1.15) par le test du rapport de vraisemblance conduit à rejeter le modèle contraint. La statistique calculée de ce test est supérieure à la valeur du quantile à 95% de la loi du χ^2_6 (qui est de 12,582) :

$$\begin{aligned} LR &= -2(-2946 + 2929) \\ &= 34. \end{aligned}$$

Tableau 1.15. Estimation contrainte

	Coef.		Ec. Type
$E(y_{t+1})$	1,398 ***		0,039
l_t	-0,021		0,030
$E(l_{t+1})$	0,016		0,035
RE_{t-1}	-0,011 *		0,007
$E(RE)_t$	0,018 *		0,011
NGL_{t-1}	0,004		0,006
$E(NGL)_t$	-0,027		0,017
Innov	-0,034		0,069
$(Debt/collateral)_{t-1}$	-0,984 ***		0,285
$E(Debt/collateral)_t$	1,472 ***		0,364
$(Profit\ margin)_{t-1}$	0,011 *		0,007
$(Profit\ margin)_t$	-0,015 *		0,009
$(Share\ of\ intangible\ inv)_t$	0,003		0,011
$E(Share\ of\ intangible\ inv)_{t+1}$	-0,005		0,012
$E(CNBL_{t+1})$	0,008		0,013
Q_t/K_t	-0,091 ***		0,027
$(Q_t/K_t)*innov$	0,056		0,036
size1 (assets < 3000)	0,127 *		0,074
size 2 (3000<=assets < 7500)	0,162 **		0,066
size 3 (7500<=assets < 30000)	0,165 ***		0,062
id_1994	0,207 ***		0,077
id_1995	0,191 ***		0,071
id_1996	0,059		0,068
id_1998	-0,077		0,065
id_1999	0,039		0,064
id_db	-0,167 *		0,095
id_dc	-0,218		0,138
id_dd	0,110		0,148
id_de	-0,077		0,098
id_dg	-0,157		0,108
id_dh	0,066		0,105
id_di	-0,145		0,114
id_dj	-0,028		0,087
id_dk	-0,142		0,095
id_dl	-0,224 **		0,095
id_dm	-0,077		0,110
y0	0,730 ***		0,050
Constant	-0,934 ***		0,165
Sigma e	0,000		0,069
Log vraisemblance	-2946,494		

Enfin, nous souhaitons vérifier que notre modèle structurel fournit bien une explication plus satisfaisante des comportements observés qu'un modèle ad-hoc. Nous estimons donc une spécification très simple de la probabilité qu'une firme se finance par emprunt bancaire qui ne tient pas compte de la dynamique du modèle structurel (tableau 1.16).

Tableau 1.16. Estimation sans tenir compte de la dynamique du modèle structurel

	Probit simple		Probit à effets individuels	
	Coef.	Ec. Type	Coef.	Ec. Type
lt	0,008	0,010	0,017	0,014
lt*innov	-0,007	0,010	-0,016	0,014
REt-1	-0,003	0,003	-0,004	0,004
NGLt-1	-0,006 *	0,004	0,000	0,005
Innov	-0,111 *	0,063	-0,075	0,131
(Debt/collateral)t-1	0,366 ***	0,041	0,281 ***	0,073
(Profit margin)t-1	-0,001	0,001	0,003	0,002
CNBL,t+1	-0,015	0,011	-0,031	0,024
Qt/Kt	-0,127 ***	0,023	-0,137 ***	0,048
(Qt/Kt)*innov	0,075 **	0,033	0,110	0,067
size1	0,293 ***	0,060	0,478 ***	0,128
size 2	0,367 ***	0,052	0,655 ***	0,114
size 3	0,245 ***	0,047	0,480 ***	0,105
id_1994	0,332 ***	0,066	0,780 ***	0,108
id_1995	0,248 ***	0,061	0,633 ***	0,099
id_1996	0,109 *	0,059	0,392 ***	0,092
id_1998	0,033	0,058	0,097	0,077
id_1999	0,065	0,056	0,152 **	0,074
id_db	-0,238 ***	0,084	-0,448 **	0,196
id_dc	-0,302 **	0,124	-0,612 **	0,283
id_dd	0,356 ***	0,135	0,641 **	0,308
id_de	-0,045	0,087	-0,190	0,203
id_dg	-0,365 ***	0,094	-0,736 ***	0,223
id_dh	-0,004	0,093	-0,023	0,216
id_di	-0,302 ***	0,100	-0,551 **	0,236
id_dj	-0,051	0,077	-0,122	0,181
id_dk	-0,241 ***	0,082	-0,438 **	0,195
id_dl	-0,425 ***	0,083	-0,746 ***	0,199
id_dm	-0,286 ***	0,094	-0,529 **	0,226
constant	0,723 ***	0,127	1,029 ***	0,272
Sigma e	—	—	1,388 ***	0,054
Log vraisemblance	-3889,47		-3395,071	

En l'absence de modèle structurel, les résultats sont difficiles à interpréter. Par exemple, l'estimation du modèle structurel donnait un effet négatif significatif du ra-

tio $Debt/Collateral$ sur la probabilité qu'une firme contracte des emprunts bancaires (tableaux 1.14.a et 1.14.b). Ce résultat était cohérent avec le cadre théorique proposé en indiquant qu'une plus forte proportion de garanties tangibles relativement à l'endettement de la firme diminue le taux d'intérêt latent $r_{NB\text{Lit}}^*$, ce qui accroît la probabilité que l'entreprise contracte un emprunt bancaire. Ici, avec cette estimation non basée sur la modélisation du comportement de l'entreprise, nous obtenons un effet positif significatif de ce même ratio $Debt/Collateral$ dont la signification économique s'avère difficile à comprendre. L'investissement I_t présente également un effet positif (mais non significatif) dans cette régression alors que le coefficient estimé associé à cette variable était négatif (et significatif) dans la régression issue du modèle structurel.

5 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons modélisé la demande latente des entreprises en emprunts bancaires en considérant qu'elles font face à un taux d'intérêt latent fixé par les banques. Ce taux d'intérêt latent est établi en fonction de la fiabilité financière de l'entreprise, de ses garanties tangibles et du montant demandé. Ce cadre théorique conduit à une modélisation structurelle de la probabilité qu'une firme contracte de nouveaux emprunts bancaires.

Les estimations révèlent alors que les entreprises innovantes rencontrent des contraintes financières spécifiques qui diminuent, toutes choses égales par ailleurs, la probabilité qu'elles contractent de nouveaux emprunts bancaires. Ces contraintes se caractérisent par un taux d'intérêt latent plus élevé et par une sensibilité plus forte de ce taux au montant demandé.

Ce problème de sélection peut alors expliquer le paradoxe observé à partir des taux d'intérêt apparents : toutes choses égales par ailleurs, les entreprises engagées dans des activités innovantes rencontrent des contraintes financières spécifiques, mais globalement, leurs meilleures performances économiques leur permettent de contracter *effectivement* des prêts à des taux inférieurs à ceux auxquels les non innovantes se financent.

Dans de futurs travaux, l'étude de l'effet des problèmes informationnels et de

risque liés aux investissements innovants pourrait être poursuivie sur plusieurs points.

Tout d'abord, la question de l'endogénéité des décisions de financement et d'investissement en matière d'innovation pourrait être explicitement traitée en modélisant puis en estimant simultanément les déterminants de ces deux décisions. L'appariement des enquêtes communautaires successives permet d'observer le comportement innovant des entreprises sur plusieurs périodes. Il serait peut-être envisageable d'utiliser ces informations pour étudier les évolutions du comportement innovant des entreprises et de leur financement. Sur le principe de la démarche mise en oeuvre par Corres *et al.* (2006), les déterminants des quatre régimes définis selon que l'entreprise est innovante et qu'elle recourt à de nouveaux emprunts bancaires ou non à une date donnée pourraient être estimés. Toutefois, cette voie n'est peut-être pas très prometteuse car les plans de sondage des enquêtes ne permettent pas de contruire un panel très pertinent. En effet, ces enquêtes sont exhaustives pour les grandes entreprises (de plus de 500 salariés) mais il n'y a pas de corrélation positive dans les plans de sondage des enquêtes successives pour les autres tranches de taille. L'appariement des enquêtes communautaires successives conduit ainsi à un échantillon essentiellement composé d'entreprises de grande taille. Celles-ci sont très majoritairement innovantes et peu de transitions dans leur comportement innovant sont observées. A titre illustratif, 60% des entreprises de l'échantillon obtenu à partir de l'appariement des trois sources CIS2, CIS3 et CdB sont innovantes sur les deux périodes et seulement 23% ont eu des comportements différents en matière d'innovation sur les deux périodes.

Un autre développement possible est d'approfondir l'étude des mécanismes par lesquels les entreprises innovantes peuvent avoir des difficultés d'accès au financement externe. Dans la modélisation adoptée ici, l'effet des problèmes d'asymétries d'information entre la firme et les banques transite entièrement par le taux d'intérêt latent. Dans ce cadre, on considère que les banques peuvent refuser de prêter à une entreprise en lui demandant un taux d'intérêt latent tel que cette dernière n'a pas intérêt à accepter le prêt. Cependant, pour des recherches futures, il serait intéressant de considérer que l'offre de prêts faite par les banques porte simultanément sur le taux d'intérêt et le montant offert, en tenant directement compte du fait que les banques peuvent refuser d'accorder des prêts même si l'entreprise accepte des

taux d'intérêt supérieurs. Ceci pourrait être envisagé en recourant à des données indiquant pour chaque entreprise les montants prêtés ainsi que les taux d'intérêt auxquels ont été contractés ces prêts. De telles données existent (l'enquête *Coût du crédit* de la Banque de France) et pourraient être appariées avec les informations comptables sur les entreprises pour approfondir l'étude des mécanismes des contraintes de financement.

Enfin, les difficultés de financement externe peuvent également affecter une partie du groupe auquel appartient l'entreprise considérée et ainsi avoir des répercussions sur la disponibilité des financements intra-groupe et sur l'accès au financement externe de la filiale. Cet aspect constitue une autre voie possible d'approfondissement. Une telle étude nécessiterait d'identifier la structure du groupe auquel l'entreprise appartient et d'établir les flux de financements internes au groupe, ce qui ne peut être envisagé avec les données dont nous disposons.

6 Annexes

6.1 Annexe A : les sources des données utilisées

Identification des entreprises innovantes

Pour mesurer l'innovation, trois principales sources d'information peuvent être mobilisées : les dépenses en recherche et développement, les données de brevets et les enquêtes communautaires sur l'innovation. Chacune de ces mesures présente des limites.

Les dépenses en recherche et développement sont une mesure d'un input possible de l'innovation. En effet, l'innovation ne provient pas nécessairement d'une activité de recherche et développement. De plus, les dépenses en recherche et développement ne fournissent aucune indication sur le résultat de l'activité de R&D. Cette mesure de l'innovation peut également être considérée comme restrictive : l'effort d'innovation d'une firme est également porté par des activités non scientifiques qui n'entrent pas dans la définition des dépenses en recherche et développement.

En tant que mesure de l'innovation, les brevets présentent également des limites (Insee 2003). Le champ des brevets est limité aux inventions scientifiques et techniques, toutes les innovations ne sont pas brevetables⁷. Par ailleurs, tous les brevets déposés ne sont pas systématiquement suivis d'une application industrielle. Enfin, une entreprise n'a pas nécessairement intérêt à breveter son invention pour la protéger. Déposer un brevet signifie révéler de l'information et les firmes peuvent considérer que leurs inventions sont mieux protégées par le secret (Duguet et Kabla, 1998).

Afin d'avoir une mesure de l'innovation fondée sur une définition moins restrictive que celle des brevets, des enquêtes sur l'innovation ont été mises en place. Le cadre méthodologique des enquêtes communautaires est celui du *manuel d'Oslo* de l'OCDE. Le concept d'innovation retenu dans ces enquêtes communautaires est essentiellement celui de l'innovation technologique. Dans ce cadre, une entreprise est considérée comme innovante dès lors qu'elle a introduit une innovation technologique

⁷Pour être brevetable, l'invention doit être nouvelle, impliquer une activité inventive et être susceptible d'applications industrielles. Par exemple, on ne peut pas breveter une idée, des découvertes scientifiques ou encore des principes et des méthodes.

« sur le marché (innovation de produit) ou [qu'elle a utilisé une innovation technologique] dans un processus de production (innovation de procédé) » [paragraphe 130 du manuel d'Oslo (édition de 1997)]. Ces innovations technologiques de produits et de procédés « couvrent les produits et procédés technologiquement nouveaux ainsi que les améliorations technologiques importantes de produits et de procédés qui ont été accomplies ». Par conséquent, selon cette définition une firme est considérée comme innovante seulement si elle a mené à son terme un projet innovant. Par ailleurs, est considérée comme innovante, une firme ayant introduit un produit ou un procédé nouveau pour elle-même, il ne s'agit donc pas forcément d'une innovation pour le marché.

L'analyse des résultats des enquêtes sur l'innovation permet ainsi d'avoir une vision de l'innovation portant sur le résultat des activités innovantes, moins restrictive que celle donnée par les brevets.

Toutefois, cette définition de l'innovation fondée sur son contenu technologique ne permet pas de prendre en compte l'ensemble des changements significatifs dans l'entreprise tels que la mise en place de nouveaux outils de gestion, de nouveaux concepts de vente, l'externalisation d'une activité ou la création d'une filiale spécialisée. Elle se révèle ainsi peu adaptée pour cerner l'innovation dans les services (Insee, 2002).

Pour traiter la question posée dans ce chapitre, nous ne nous intéressons pas aux résultats de l'innovation, mais nous avons besoin d'identifier les entreprises engagées dans des activités innovantes afin d'examiner si les problèmes de risque et d'asymétries d'information qu'elles peuvent rencontrer induisent des contraintes financières qui leur sont spécifiques. C'est la raison pour laquelle nous nous appuyons sur les enquêtes communautaires sur l'innovation pour identifier les entreprises qui ont entrepris des projets technologiquement innovants.

Les enquêtes communautaires sur l'innovation (CIS)

Les enquêtes communautaires sur l'innovation (CIS) ont pour objet de collecter des informations sur le comportement des entreprises en matière d'innovation. Depuis 1990, quatre enquêtes communautaires ont été réalisées (CIS1 porte sur la

période 1990-1992, CIS2 sur la période 1994-1996, CIS3 sur la période 1998-2000 et CIS4⁸ sur la période 2002-2004).

Ces enquêtes ont été mises en place pour avoir des informations nouvelles sur l'innovation dans les entreprises, complémentaires de celles disponibles par ailleurs sur les dépenses de recherche et développement et les brevets. La mesure de l'innovation est donnée d'un point de vue qualitatif (l'introduction de produits ou de procédés technologiquement nouveaux ou améliorés) mais aussi quantitatif via la part du chiffre d'affaires réalisé par les produits innovants. Les enquêtes communautaires permettent également de cerner les mécanismes de l'innovation. Par exemple, des questions portent sur les sources d'information mobilisées pour innover, les coopérations avec des partenaires et notamment la recherche académique, les mécanismes de protection de l'innovation adoptés (brevets, secret)...

Les données sont collectées à partir d'une méthodologie et d'un questionnaire élaborés par Eurostat pour l'ensemble des pays de la communauté européenne. Ce questionnaire de référence peut éventuellement être complété par des questions additionnelles au niveau national. La méthodologie de l'enquête a été améliorée au cours des campagnes successives. Ces améliorations ont eu pour objectif de renforcer les comparaisons internationales et d'élargir la mesure de l'innovation à des aspects non technologiques⁹.

L'enquête CIS3 couvre les secteurs de l'industrie, des services aux entreprises et du commerce de gros. Dans l'industrie (hors agroalimentaire), environ 5500 entreprises de plus de vingt salariés ont été enquêtées par le Service d'étude et de statistiques industrielles (le Sessi) du Ministère de l'industrie. Le taux de réponse de l'enquête a été de l'ordre de 86%. Dans ce secteur, l'enquête a été exhaustive pour les entreprises de plus de 500 salariés. Les entreprises de 20 à 49 salariés ont été interrogées avec un taux de sondage de 1/8, celles de 50 à 99 salariés un taux de 1/4 et celles de 100 à 499 salariés un taux de 1/2. Au final, la base de données de l'enquête française CIS3 que nous avons utilisée comprend plus de 4000 firmes de

⁸La dernière enquête CIS4 n'était pas encore disponible au moment de la rédaction de la présente thèse .

⁹Toutefois comme nous l'avons souligné plus haut, les enquêtes communautaires passées sont inadaptées pour cerner précisément l'innovation à caractère non technologique dans le secteur des services. La dernière édition de l'enquête CIS4 a introduit des questions qui permettent de mieux appréhender l'innovation dans les services.

l'industrie manufacturière (tableau 1.A.1).

Tableau 1.A.1. Composition de la base de données CIS3 pour l'industrie manufacturière

	Nbre de firmes	% du total	Répartition des firmes par taille* (nombre d'employés)			Innovantes*
			entre 20 et 100	entre 100 et 499	500 et plus	
Biens de consommations	1016	24,77	13,48	7,41	3,88	11,97
Automobiles	142	3,46	1,10	1,12	1,24	2,32
Biens d'équipements	956	23,31	12,12	6,83	4,36	15,24
Biens intermédiaires	1987	48,45	24,16	16,02	8,27	28,60
Total	4101	100,00	50,87	31,38	17,75	58,13

* % du total de l'échantillon, il s'agit des données brutes, non redressées

Source : CIS3 (SESSI), échantillon de l'industrie manufacturière (hors IAA)

Les enquêtes communautaires sur l'innovation (*Community Innovation Survey*, CIS) sont utilisées ici pour identifier les entreprises ayant eu des activités innovantes.

Dans les enquêtes CIS et FIT, l'identification des firmes innovantes se fait par le biais de leurs réponses aux trois questions-types suivantes :

[Sur la période considérée]

- *Votre entreprise a-t-elle introduit sur le marché des produits technologiquement nouveaux (ou technologiquement améliorés) pour votre entreprise ?*

- *Votre entreprise a-t-elle introduit des procédés technologiquement nouveaux (ou technologiquement améliorés) pour votre entreprise ?*

- *Votre entreprise a-t-elle eu des projets de produits ou de procédés technologiquement nouveaux ou améliorés pour votre entreprise ?*

- *qui sont en cours de développement ou de mise sur le marché*

- *qui ont été des échecs*

Une entreprise est alors définie comme **effectivement** innovante dès lors qu'elle répond positivement à l'une ou à l'autre des deux premières questions.

L'ensemble des **firmes engagées dans des activités innovantes** et qui peuvent donc être considérées comme **potentiellement innovantes** sont celles qui ont répondu positivement à l'une des trois questions, *ie* elles ont effectivement innové ou elles ont développé des projets de produits ou de procédés technologiquement

nouveaux ou améliorés qui ont pu être des échecs.

Après ces questions servant de filtre, les entreprises engagées dans des activités innovantes sont interrogées dans les enquêtes communautaires sur les mécanismes de l'innovation .

La Centrale de Bilans de la Banque de France

La Centrale de Bilans de la Banque de France est une base de données descriptives et comptables d'entreprises qui y adhèrent par un acte volontaire (Banque de France, 2002). Elle comprend environ 14 000 entreprises de l'industrie manufacturière (tableau 1.A.2). Dans ce secteur, le taux de couverture de la Centrale de Bilans, en termes d'effectifs salariés de l'ensemble des firmes¹⁰, était de 51,6% en 2001 et l'on peut remarquer que la répartition sectorielle des entreprises de la Centrale de Bilans est identique à celle des enquêtes présentées précédemment.

Tableau 1.A.2. Composition de la Centrale de Bilans de la Banque de France
(industrie manufacturière, année 1998)

	Nbre de firmes	%	Répartition des firmes par taille*		
			(nombre d'employés)		
		du total	moins de 100	entre 100 et 499	500 et plus
Biens de consommations	3142	22,06	17,32	3,84	0,89
Automobiles	351	2,46	1,49	0,67	0,30
Biens d'équipements	3449	24,21	19,40	3,80	1,00
Biens intermédiaires	7304	51,27	40,97	8,73	1,57
Total	14246	100,00	79,18	17,05	3,77
* % du total de l'échantillon					

Source : CdB, Banque de France

Les données de la Centrale de Bilans de la Banque de France sont constituées des informations contenues dans les feuillets fiscaux auxquelles s'ajoutent des renseignements complémentaires. Ces renseignements complémentaires permettent notamment de mieux cerner d'éventuelles opérations de restructuration des entreprises

¹⁰Il s'agit de l'ensemble des firmes soumises aux Bénéfices Industriels et Commerciaux - régime de l'impôt sur les sociétés, bénéfice réel normal (BIC-BRN),

(par exemple des opérations de fusion, rachat, etc..) en identifiant les apports qui leur sont liés. Les renseignements complémentaires de la Centrale de Bilans de la Banque de France portent également sur les sources de financement et les dépenses immatérielles des entreprises. Pour l'étude du financement des entreprises innovantes, ces informations complémentaires s'avèrent ainsi très utiles. Elles sont directement utilisées dans ce chapitre pour identifier si les entreprises ont contracté de nouveaux emprunts bancaires au cours d'une année.

L'appariement des données Centrale de bilans avec les enquêtes

Comme mentionné plus haut, la Centrale de Bilans de la Banque de France est une base de données qui couvre environ 50% des emplois de l'industrie. Afin de tenter d'avoir une idée des problèmes potentiels induits par la non exhaustivité des données de la Centrale de Bilans, nous examinons comment se modifient les échantillons des enquêtes sur l'innovation lorsqu'ils sont appariés avec les données de la Centrale de Bilans.

Tableau 1.A.3. Comparaison des caractéristiques des échantillons

	Nobs	% innovantes	Taille (nbre employés)			
			Q1	Médiane	Q3	Moyenne
CIS2	4253	55,86	38,0	80,0	288,0	375,6
CIS3	4730	58,13	34,0	80,0	290,0	405,5
CIS2*CdB	2384	62,3	48,0	117,5	440,0	453,3
CIS3*CdB	2218	62,9	51,0	128,0	414,5	457,6

Note : Ils s'agit des données brutes, non redressées

Source : CdB (Banque de France), CIS2, CIS3 (Sessi)

Le croisement avec les données de la Centrale de Bilans permet de conserver 50% des entreprises enquêtées dans CIS2 ou CIS3. L'appariement avec CdB semble déplacer l'échantillon vers des firmes de taille plus importante. Il exclut alors de l'échantillon une plus grande proportion d'entreprises non innovantes, ce qui conduit à des taux d'entreprises innovantes dans les échantillons appariés de l'ordre de 62%.

Pour notre étude, ces statistiques indiquent un biais potentiel des résultats vers les entreprises qui rencontrent *a priori* le moins de difficultés financières : les firmes

les plus grandes et ayant effectivement entrepris des activités innovantes. Ceci est donc susceptible d'entraîner une sous-estimation des difficultés de financement de l'innovation des entreprises françaises. Par conséquent, si à partir de ces échantillons nous sommes en mesure de mettre en évidence des contraintes financières spécifiques aux entreprises engagées dans des activités innovantes, nous pourrions conclure à leur existence pour l'ensemble des entreprises industrielles.

La fusion des enquêtes communautaires

Les entreprises enquêtées dans CIS2 et CIS3 ne sont majoritairement pas les mêmes : seules les plus grandes sont communes aux deux enquêtes. Plus de 80% de ces firmes ont eu des activités innovantes sur au moins une des deux périodes considérées et 60% pendant les deux périodes (tableau 1.A.4).

Tableau 1.A.4. Composition de l'échantillon croisé CIS2*CIS3

	1994-1996	1998-2000
	(CIS2)	(CIS3)
Nombre d'innovantes	844	814
Nombre de non innovantes	312	342
Nombre total de firmes	1156	1156
Nbre de firmes ayant des activités innovantes sur les deux périodes		697
Nbre de firmes avec des statuts innovants différents sur les deux périodes		
Nbre de firmes sans activité innovante sur les deux périodes		264 195

Echantillon CdB*CIS2*CIS3

En croisant les trois bases CIS2, CIS3 et CdB, l'échantillon obtenu est composé de firmes aux caractéristiques très spécifiques. En particulier, elles sont beaucoup plus grandes que les firmes industrielles de l'ensemble de CdB. Ces firmes sont aussi caractérisées par un taux de marge plus élevé et des taux d'investissement matériel et immatériel plus importants. Enfin, elles sont moins endettées à court et à long termes (tableau 1.A.5).

Tableau 1.A.5. Comparaisons entre les caractéristiques de l'ensemble de CdB et de l'appariement CIS2*CIS3*CdB

	Q1	Médiane	Q3	Moyenne
Echantillon CdB complet				
taille (nombre d'employés)	44	93	265	246
taux de marge	13,43	21,71	31,00	23,03
taux d'endettement bancaire de court terme	0,01	4,63	36,76	28,63
taux d'endettement bancaire de long terme	2,23	18,41	50,00	39,16
Investissement (% de valeur ajoutée)	3,91	7,79	14,28	11,11
Investissement immatériel (% de valeur ajoutée)	0,00	0,13	0,80	0,51
Echantillon restreint : CIS2*CIS3*CdB				
taille (nombre d'employés)	145	470	866	777,26
taux de marge	14,96	23,65	32,70	24,33
taux d'endettement bancaire de court terme	0,23	4,30	25,24	22,63
taux d'endettement bancaire de long terme	0,22	7,47	32,24	27,59
Investissement (% de valeur ajoutée)	5,29	9,07	14,81	11,78
Investissement immatériel (% de valeur ajoutée)	0,04	0,21	0,63	0,62
Echantillon CIS2*CIS3*CdB				

La particularité des firmes composant l'échantillon CIS2*CIS3*CdB s'explique par la méthode de construction des échantillons des enquêtes françaises CIS2 et CIS3 : les entreprises communes à ces deux enquêtes sont les plus grandes. Ainsi, il n'apparaît pas souhaitable de restreindre l'analyse empirique à ce seul échantillon. Par conséquent, l'étude empirique menée dans ce chapitre est menée à partir de l'échantillon constitué des entreprises industrielles de la Centrale de Bilans qui sont enquêtées dans CIS2 **et/ou** CIS3..

6.2 Annexe B : Composition de l'échantillon utilisé

L'échantillon est constitué des entreprises industrielles de la Centrale de Bilans de la Banque de France qui ont été enquêtées dans CIS2 et/ou dans CIS3.

Il s'agit donc d'un panel d'entreprises pour lesquelles on observe annuellement si elles ont contracté de nouveaux emprunts bancaires. Leur comportement innovant est identifié grâce aux enquêtes communautaires sur les périodes qu'elles couvrent (1994-1996 pour CIS2 et 1998-2000 pour CIS3). De ce fait, la variable indicatrice $Innov_i$ de l'existence de projets technologiquement innovants au sein de la firme est invariante pour les trois années qui composent chaque période d'enquête et l'année 1997 n'est pas couverte.

Tableau 1.B.1. Composition de l'échantillon

		1994	1995	1996	1998	1999	2000
Identification des innovantes		Enquête CIS2			Enquête CIS3		
Nbre de firmes	Innov.	773	866	827	796	852	755
	Non Innov	463	512	486	458	484	417
	Total	1236	1378	1313	1254	1336	1172
Nbre de firmes ayant de nouveaux emprunts bancaires	Innov.	626	675	607	568	611	515
	Non Innov.	380	408	375	340	375	330
	Total	1006	1083	982	908	986	845

Sources : CdB (Banque de France) et CIS2, CIS3 (SESSI)

Il s'agit donc d'un panel non cylindré dans lequel une même firme est présente au minimum deux années consécutives et au maximum pendant 6 années lorsque la firme a été enquêtée dans les deux enquêtes successives CIS2 et CIS3. L'année 1997 n'est pas incluse car elle n'est pas couverte par les enquêtes (et donc nous ne pouvons pas identifier si les entreprises ont été innovantes ou non à cette date). Ainsi l'échantillon sur lequel sont menées les estimations est constitué de l'empilement des croisements CIS2*CdB (3 années) et CIS3*CdB (3 années).

Tableau 1.B.2. Dimension du panel non cylindré

	T=2	T=3	T=4	T=5	T=6	Nbre total de firmes
Nbre de firmes	592	1460	106	88	210	2456

Sources : CdB (Banque de France) et CIS2, CIS3 (SESSI)

Par ailleurs, les données de la Centrale de Bilans dont nous disposons couvrent l'ensemble de la période 1992-2004. Ainsi, les variables explicatives comptables peuvent également être mesurées pour les années sur lesquelles ne portent pas les estimations (ie, avant 1994, après 2000 et pour l'année 1997), ce qui permet d'une part de disposer des variables explicatives de notre modèle qu'elles soient contemporaines, retardées ou avancées pour toutes les années d'estimation et d'autre part de disposer d'instruments.

La construction des variables utilisées et leurs sources sont détaillées dans le tableau suivant.

Tableau 1.B.3. Construction et sources des variables

Nom	Construction	Source
yt	=1 si la firme a de nouveaux emprunts bancaires	CdB
It	Investissement d'exploitation/total bilan	CdB
REt-1	Autofinancement/total bilan	CdB
NGLt-1	Emprunts auprès du groupe/total bilan	CdB
Innov	=1 si la firme a innové ou a entrepris des projets innovants	Années 1994 à 1996 : CIS2 Années 1998 à 2000 : CIS3
Debt/collateral	Total des emprunts/immobilisations corporelles	CdB
Profit margin	EBE/VA	CdB
Share of intangible inv	Investissement incorporel/investissement d'exploitation	CdB
CNBL,t+1	Taux d'intérêt apparent hors groupe (Cf. annexe C)	CdB
Qt/Kt	Valeur ajoutée/immobilisations corporelles et incorporelles	CdB
size1	total bilan < 3000 k€	CdB
size 2	3000k€ <= total bilan <= 7500k€	CdB
size 3	7500k€ <= total bilan <= 30000k€	CdB
id_db	Industrie textile et habillement	CdB
id_dc	Industrie du cuir et de la chaussure	CdB
id_dd	Travail du bois et fabrication d'articles en bois	CdB
id_de	Industrie du papeir, édition, imprimerie	CdB
id_dg	Industrie chimique	CdB
id_dh	Industrie du cahoutchouc et du plastique	CdB
id_di	Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques	CdB
id_dj	Métallurgie	CdB
id_dk	Fabrications de machines et équipements	CdB
id_dl	Fabrication d'équipements électriques et électroniques	CdB
id_dm	Fabrication de matériel de transport	CdB

6.3 Annexe C : Calcul des taux d'intérêt apparents

Les taux d'intérêt apparents peuvent être calculés grâce aux informations complémentaires de la Centrale de Bilans de la Banque de France.

En effet, le détail des sources de financement (emprunts obligataires, emprunts bancaires, emprunts auprès du groupe et des associés et autres emprunts divers) est fourni, aussi bien pour le stock des financements que pour leurs flux (nouveaux emprunts contractés et remboursement des emprunts). De plus, contrairement aux seules données fiscales, celles de la Centrale de Bilans de la Banque de France permettent d'identifier les financements auprès du groupe et des associés¹¹.

De même en ce qui concerne le coût de l'endettement, l'information disponible dans la Centrale de Bilans permet d'identifier les frais financiers liés au financement auprès du groupe et des associés au sein de l'ensemble des financements.

Nous sommes ainsi en mesure d'identifier parmi l'ensemble des intérêts liés à l'endettement :

- les intérêts versés aux groupe et associés
- et les intérêts sur endettement hors groupe et associés.

Cette possibilité d'identifier les frais financiers liés à différentes sources de financement est une spécificité de la Centrale de Bilans de la Banque de France, cette information n'étant disponible dans aucune autre base comptable. Elle permet ainsi de calculer des taux d'intérêts apparents en divisant les frais financiers d'une source de financement par le montant total de ce type de financement inscrit au bilan (Tableau 1.C.1).

¹¹Elles isolent également les dépenses liées au crédit-bail.

Tableau 1.C.1. Calculs des taux d'intérêts apparents

	Numérateur	Dénominateur
Taux d'intérêt sur l'ensemble de l'endettement	(a) : Charges d'intérêts sur l'exercice (hors oblig. cautionnées et dettes com.)	(c) : Total des emprunts
- Taux d'intérêt de l'endettement auprès du groupe	(b) : Intérêts versés aux groupe et associés	(d) : Emprunts auprès du groupe et des associés
- Taux d'intérêt de l'endettement hors groupe	(a)-(b)	(c)-(d)

Source : CdB, Banque de France

Toutefois, les taux d'intérêt apparents posent des problèmes de mesure et d'interprétation car ils ne peuvent pas être aisément reliés au coût d'un emprunt contracté à une date donnée.

En effet, quelle que soit la source de financement (emprunts auprès du groupe ou emprunts auprès des établissements de crédit), les frais financiers associés ne sont pas identifiés selon le terme du financement. Ils peuvent ainsi être composés d'intérêts élevés associés à un financement de court terme (par exemple des crédits bancaires courants) et d'intérêts plus faibles associés à des emprunts de long terme (par exemple des emprunts bancaires de long et moyen termes). La combinaison de ces deux types de coûts conduit donc à une mesure de taux d'intérêt apparent difficilement interprétable. De plus, une autre difficulté d'interprétation des taux d'intérêt apparents vient du fait qu'ils sont mesurés à partir de l'ensemble des frais financiers (les frais financiers induits par les emprunts passés et les frais financiers des nouveaux emprunts). Il n'est donc pas possible d'avoir une évaluation du coût des emprunts contractés à une date donnée avec ces données comptables. Il serait donc très intéressant dans de futurs travaux de compléter et de confronter ces informations comptables sur les entreprises par des données bancaires renseignant sur le coût et les caractéristiques des nouveaux emprunts contractés par chaque entreprise.

6.4 Annexe D : Dérivation de la demande latente d'emprunts bancaires

La firme choisit le montant des emprunts bancaires qu'elle demande pour financer son investissement afin de maximiser la somme actualisée de ses profits futurs

$$Max_{NBL_{it}} \mathbb{E}(\Pi_{it}) = \sum_{\tau=0}^{+\infty} \left(\frac{1}{1+\rho} \right)^{\tau} \mathbb{E}(\pi_{it+\tau})$$

La condition du premier ordre pour la date t est alors :

$$\frac{\partial \Pi_{it}}{\partial NBL_{it}} = \frac{\partial \pi_{it}}{\partial NBL_{it}} + \mathbb{E} \sum_{\tau=1}^{+\infty} \left(\frac{1}{1+\rho} \right)^{\tau} \frac{\partial \pi_{it+\tau}}{\partial NBL_{it}} = 0.$$

Compte tenu de l'ensemble des hypothèses posées, le premier terme est égal à :

$$\begin{aligned} \frac{\partial \pi_{it}}{\partial NBL_{it}} &= p_{it} \left(\frac{1+\varepsilon_{it}}{\varepsilon_{it}} \right) \frac{\partial F(K_{it}, L_{it})}{\partial NBL_{it}} - \frac{\partial(r_{it}^{*NBL}(NF_{it}) \times NF_{it})}{\partial NBL_{it}} \\ &= p_{it} \left(\frac{1+\varepsilon_{it}}{\varepsilon_{it}} \right) \frac{\partial F(K_{it}, L_{it})}{\partial K_{it}} \frac{\partial K_{it}}{\partial I_{it}} \frac{\partial I_{it}}{\partial NBL_{it}} \\ &\quad - \frac{\partial(r_{it}^{*NBL} NBL_{it} + r_{it}^{RE} RE_{it} + r_{it}^{NGL} NGL_{it})}{\partial NBL_{it}} \\ &= \left(\frac{1+\varepsilon_{it}}{\varepsilon_{it}} \right) P_{mK_{it}} - r_{it}^{*NBL} - \frac{\partial r_{it}^{*NBL}}{\partial NBL_{it}} NBL_{it} \end{aligned}$$

Le deuxième terme, $\mathbb{E} \left[\sum_{\tau=1}^{+\infty} \left(\frac{1}{1+\rho} \right)^{\tau} \frac{\partial \pi_{i,t+\tau}}{\partial NBL_{it}} \right]$ est l'espérance de la somme actualisée de l'effet du nouvel emprunt bancaire NBL_{it} sur les profits futurs $\pi_{i,t+\tau}$. Par exemple, l'effet du nouvel emprunt bancaire sur le profit de l'entreprise de la date

$t + \tau$ est :

$$\begin{aligned}
\frac{\partial \pi_{i,t+\tau}}{\partial NBL_{it}} &= p_{it+\tau} \left(\frac{1 + \varepsilon_{it+\tau}}{\varepsilon_{it+\tau}} \right) \frac{\partial F(K_{i,t+\tau}, L_{i,t+\tau})}{\partial NBL_{it}} - \frac{\partial(r_{i,t+\tau} \times NF_{i,t+\tau})}{\partial NBL_{it}} - \frac{\partial(c_{i,t+\tau} \times F_{i,t+\tau-1})}{\partial NBL_{it}} \\
&= p_{it+\tau} \left(\frac{1 + \varepsilon_{it+\tau}}{\varepsilon_{it+\tau}} \right) \frac{\partial F(K_{i,t+\tau}, L_{i,t+\tau})}{\partial K_{i,t+\tau}} \frac{\partial K_{i,t+\tau}}{\partial K_{it}} \frac{\partial K_{it}}{\partial I_{it}} \frac{\partial I_{it}}{\partial NBL_{it}} \\
&\quad - \frac{\partial(r_{i,t+\tau}^{NBL} NBL_{i,t+\tau} + r_{t+\tau}^{RE}(RE_{i,t+\tau} + NGL_{i,t+\tau}))}{\partial NBL_{it}} \\
&\quad - \frac{\partial(c_{i,t+\tau}^{BL} BL_{i,t+\tau-1} + c_{t+\tau}^{RE} GL_{i,t+\tau-1})}{\partial NBL_{it}} \\
&= (1 - \delta)^\tau P_{mK_{t+\tau}} \left(\frac{1 + \varepsilon_{it+\tau}}{\varepsilon_{it+\tau}} \right) - \frac{\partial r_{i,t+\tau}^{*NBL}}{\partial BL_{i,t+\tau}} \cdot (1 - \gamma_{BL})^\tau \cdot NBL_{i,t+\tau} \\
&\quad - (1 - \gamma_{BL})^{\tau-1} \left[\frac{\partial r_{it}^{*NBL}}{\partial NBL_{it}} NBL_{it} + c_{i,t+\tau}^{BL} \right].
\end{aligned}$$

La résolution du problème de maximisation conduit à une expression qui dépend des sommes infinies caractérisant l'effet de nouvel emprunt bancaire contracté à une date donnée sur les profits futurs de la firme. Pour obtenir une équation estimable et simplifier les termes de sommes infinies de $\mathbb{E} \left[\sum_{\tau=1}^{+\infty} \left(\frac{1}{1+\rho} \right)^\tau \frac{\partial \pi_{i,t+\tau}}{\partial NBL_{it}} \right]$, nous tenons compte du fait que la condition du première ordre doit être vérifiée à chaque date et que nous pouvons donc écrire l'égalité 1.11 :

$$\begin{aligned}
&\frac{\partial \Pi_{it}}{\partial NBL_{it}} - \frac{1 - \gamma}{1 + \rho} \mathbb{E} \left(\frac{\partial \Pi_{it+1}}{\partial NBL_{it+1}} \right) = 0 \tag{1.23} \\
\iff &\frac{\partial \pi_{it}}{\partial NBL_{it}} + \mathbb{E} \left[\sum_{\tau=1}^{+\infty} \left(\frac{1}{1 + \rho} \right)^\tau \frac{\partial \pi_{i,t+\tau}}{\partial NBL_{it}} \right] - \frac{1 - \gamma}{1 + \rho} \mathbb{E} \left[\sum_{\tau=0}^{+\infty} \left(\frac{1}{1 + \rho} \right)^\tau \frac{\partial \pi_{i,t+1+\tau}}{\partial NBL_{i,t+1}} \right] = 0
\end{aligned}$$

Le détail du calcul de cette expression est alors :

$$\begin{aligned}
& \frac{\partial \Pi_{it}}{\partial NBL_{it}} - \frac{1-\gamma}{1+\rho} \frac{\partial \Pi_{t+1}}{\partial NBL_{t+1}} \\
&= \left(\frac{1+\varepsilon_{it}}{\varepsilon_{it}} \right) P_{mK_{it}} + E \left[\sum_{\tau=1}^{+\infty} \left(\frac{1}{1+\rho} \right)^\tau (1-\gamma)^\tau \left(\frac{1+\varepsilon_{it+\tau}}{\varepsilon_{it+\tau}} \right) P_{mK_{i,t+\tau}} \right] \\
&- \frac{1-\gamma}{1+\rho} E \left[\sum_{\tau=0}^{+\infty} \left(\frac{1}{1+\rho} \right)^\tau (1-\gamma)^\tau \left(\frac{1+\varepsilon_{i,t+1+\tau}}{\varepsilon_{i,t+1+\tau}} \right) P_{mK_{i,t+1+\tau}} \right] \\
&- \left[\frac{\partial r_{i,t}^{*NBL}}{\partial NBL_{it}} NBL_{it} + r_{i,t}^{*NBL} \right. \\
&+ \sum_{\tau=1}^{+\infty} \left(\frac{1}{1+\rho} \right)^\tau \frac{\partial r_{i,t+1+\tau}^{*NBL}}{\partial BL_{i,t+\tau}} (1-\gamma)^\tau \cdot NBL_{i,t+\tau} \\
&+ \sum_{\tau=1}^{+\infty} \left(\frac{1}{1+\rho} \right)^\tau (1-\gamma_{BL})^{\tau-1} \left[\frac{\partial r_{i,t}^{*NBL}}{\partial NBL_{it}} NBL_{it} + c_{i,t+\tau}^{BL} \right] \\
&+ \frac{1-\gamma}{1+\rho} E \left[\frac{\partial r_{i,t}^{*NBL}}{\partial NBL_{it+1}} NBL_{it+1} + r_{i,t}^{*NBL} \right. \\
&+ \sum_{\tau=1}^{+\infty} \left(\frac{1}{1+\rho} \right)^\tau \frac{\partial r_{i,t+1+\tau}^{*NBL}}{\partial BL_{i,t+1+\tau}} (1-\gamma)^\tau NBL_{i,t+1+\tau} \\
&+ \left. \sum_{\tau=1}^{+\infty} \left(\frac{1}{1+\rho} \right)^\tau (1-\gamma_{BL})^{\tau-1} \left[\frac{\partial r_{i,t+1}^{*NBL}}{\partial NBL_{it+1}} NBL_{i,t+1} + c_{i,t+1+\tau}^{BL} \right] \right]
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \left(\frac{1 + \varepsilon_{it}}{\varepsilon_{it}} \right) P_{mK_{it}} + E \left[\frac{1 - \gamma}{1 + \rho} P_{mK_{t+1}} + \sum_{\tau=1}^{+\infty} \left(\frac{1}{1 + \rho} \right)^{\tau+1} (1 - \gamma)^{\tau+1} \left(\frac{1 + \varepsilon_{it+\tau}}{\varepsilon_{it+\tau}} \right) P_{mK_{t+1+\tau}} \right] \\
&- \frac{1 - \gamma}{1 + \rho} E \left[\left(\frac{1 + \varepsilon_{i,t+1}}{\varepsilon_{i,t+1}} \right) P_{mK_{t+1}} + \sum_{\tau=1}^{+\infty} \left(\frac{1}{1 + \rho} \right)^{\tau} (1 - \gamma)^{\tau} \left(\frac{1 + \varepsilon_{i,t+1+\tau}}{\varepsilon_{i,t+1+\tau}} \right) P_{mK_{t+1+\tau}} \right] \\
&- \left[\frac{\partial r_{i,t}^{*NBL}}{\partial NBL_{it}} NBL_{it} + r_{i,t}^{*NBL} \right. \\
&+ \left(\frac{1 - \gamma}{1 + \rho} \right) \left[\frac{\partial r_{i,t+1}^{*NBL}}{\partial NBL_{i,t+1}} NBL_{i,t+1} + r_{i,t}^{*NBL} \right] \\
&+ \sum_{\tau=1}^{+\infty} \left(\frac{1}{1 + \rho} \right)^{\tau+1} \frac{\partial r_{i,t+1+\tau}^{*NBL}}{\partial NBL_{i,t+1+\tau}} (1 - \gamma)^{\tau+1} NBL_{i,t+1+\tau} \Big] \\
&- \frac{1 - \gamma}{1 + \rho} \left[\sum_{\tau=1}^{+\infty} \left(\frac{1}{1 + \rho} \right)^{\tau} \frac{\partial r_{i,t+1+\tau}^{*NBL}}{\partial NBL_{i,t+1+\tau}} (1 - \gamma)^{\tau} NBL_{i,t+1+\tau} \right] \\
&- \left(\frac{1}{1 + \rho} \right) \sum_{\tau=1}^{+\infty} \left(\frac{1 - \gamma}{1 + \rho} \right)^{\tau-1} \frac{\partial r_{i,t}^{*NBL}}{\partial NBL_{it}} NBL_{i,t} \\
&+ \left(\frac{1}{1 + \rho} \right) \sum_{\tau=1}^{+\infty} \left(\frac{1 - \gamma}{1 + \rho} \right)^{\tau} \frac{\partial r_{i,t+1}^{*NBL}}{\partial NBL_{i,t+1}} NBL_{i,t+1} \\
&- \left(\frac{1}{1 + \rho} \right) \left[c_{i,t+1}^{BL} + \sum_{\tau=1}^{+\infty} \left(\frac{1 - \gamma}{1 + \rho} \right)^{\tau} c_{i,t+1+\tau}^{BL} \right] \\
&+ \left(\frac{1}{1 + \rho} \right) \sum_{\tau=1}^{+\infty} \left(\frac{1 - \gamma}{1 + \rho} \right)^{\tau} c_{i,t+1+\tau}^{BL}
\end{aligned}$$

En supposant que $\frac{\partial r_{i,t}^{*NBL}}{\partial NBL_{it}} = \frac{\partial r_{i,t+1}^{*NBL}}{\partial NBL_{i,t+1}} = \lambda_i$ et en remarquant que $\sum_{\tau=1}^{+\infty} \left(\frac{1 - \gamma}{1 + \rho} \right)^{\tau} = \frac{\lambda}{\rho + \gamma}$, on obtient :

$$\begin{aligned}
&\frac{\partial \Pi_{it}}{\partial NBL_{it}} - \frac{1 - \gamma}{1 + \rho} \frac{\partial \Pi_{t+1}}{\partial NBL_{t+1}} \\
&= \left(\frac{1 + \varepsilon_{it}}{\varepsilon_{it}} \right) P_{mK_{it}} - \left[\frac{\partial r_{i,t}^{*NBL}}{\partial NBL_{it}} NBL_{it} + r_{i,t}^{*NBL} + \left(\frac{1}{1 + \rho} \right) c_{i,t+1}^{BL} \right] \\
&+ \frac{1 - \gamma}{1 + \rho} \left[\frac{\partial r_{i,t+1}^{*NBL}}{\partial NBL_{i,t+1}} NBL_{i,t+1} + r_{i,t}^{*NBL} \right] \\
&- \frac{\lambda_i}{\rho + \gamma} \left[NBL_{i,t} - \frac{1 - \gamma}{1 + \rho} NBL_{i,t+1} \right],
\end{aligned}$$

soit finalement :

$$\begin{aligned}
& \frac{\partial \Pi_{it}}{\partial NBL_{it}} - \frac{1-\gamma}{1+\rho} \frac{\partial \Pi_{t+1}}{\partial NBL_{t+1}} \\
&= \left(\frac{1+\varepsilon_{it}}{\varepsilon_{it}} \right) P_{mK_{it}} - (r_{i,t}^{*NBL} - \frac{1-\gamma}{1+\rho} r_{i,t+1}^{*NBL}) - \frac{\lambda_i(1+\rho+\gamma)}{\rho+\gamma} (NBL_{it} - \frac{1-\gamma}{1+\rho} NBL_{i,t+1}) \\
&- \left(\frac{1}{1+\rho} \right) c_{i,t+1}^{BL} \\
&= 0
\end{aligned}$$

6.5 Annexe E : Régression supplémentaire

Tableau 1.E.1. Estimation sur les sous-échantillons d'entreprises innovantes/non innovantes

	Innovantes		Non Innovantes	
	Coef.	Std.	Coef.	Std.
E(y _{t+1})	1,537 ***	0,050	1,168 ***	0,064
It	0,017	0,036	-0,150 **	0,066
E(It+1)	-0,026	0,042	0,160 **	0,075
REt-1	-0,007	0,008	-0,007	0,020
E(REt)	0,017	0,012	0,009	0,025
NGLt-1	0,004	0,007	-0,013	0,018
E(NGLt)	-0,030	0,020	-0,002	0,043
(Debt/collateral)t-1	-0,884 **	0,406	-1,068 **	0,422
E(Debt/collateral)t	1,327 ***	0,518	1,593 ***	0,538
(Profit margin)t-1	0,016 *	0,009	0,005	0,011
(Profit margin)t	-0,020 *	0,012	-0,008	0,014
(Share of intangible inv)t	0,023	0,014	-0,019	0,019
E(Share of intangible inv)t+1	-0,024	0,015	0,015	0,021
E(CNBL,t+1)	0,002	0,017	0,023	0,024
Qt/Kt	-0,033	0,038	-0,095 ***	0,032
size1 (assets < 3000)	0,177 *	0,097	0,139	0,141
size 2 (3000<=assets < 7500)	0,057	0,082	0,304 **	0,129
size 3 (7500<=assets < 30000)	0,110	0,073	0,307 **	0,127
id_1994	0,335 ***	0,098	-0,020	0,126
id_1995	0,316 ***	0,090	-0,034	0,118
id_1996	0,157 *	0,086	-0,136	0,113
id_1998	0,047	0,082	-0,295 ***	0,108
id_1999	0,155 *	0,080	-0,157	0,107
id_db	-0,206	0,134	-0,027	0,140
id_dc	-0,471 **	0,190	0,052	0,204
id_dd	0,080	0,210	0,233	0,211
id_de	-0,162	0,135	0,084	0,148
id_dg	-0,188	0,135	-0,004	0,203
id_dh	0,035	0,137	0,190	0,169
id_di	-0,044	0,156	-0,198	0,173
id_dj	-0,095	0,117	0,131	0,135
id_dk	-0,181	0,120	-0,005	0,164
id_dl	-0,286 **	0,120	-0,045	0,170
id_dm	-0,110	0,136	0,022	0,217
y0	0,810 ***	0,062	0,556 ***	0,088
constant	-1,065 ***	0,200	-0,813 ***	0,279
sigma u	0,000	0,067	0,001	0,148
Log likelihood	-1763,048		-1151,339	

Note : Probit à effets aléatoires+condition initiale

Chapitre 2

L'impact des contraintes financières sur l'innovation

Le premier chapitre a mis en évidence que l'accès au financement externe des entreprises dépend de leurs performances antérieures et des garanties tangibles qu'elles peuvent apporter. De plus, les entreprises engagées dans des activités innovantes rencontrent des contraintes financières spécifiques qui diminuent, toutes choses égales par ailleurs, la probabilité qu'elles contractent des emprunts bancaires du fait de problèmes informationnels renforcés et du risque de leurs investissements.

L'objectif de ce deuxième chapitre est de poursuivre l'étude des contraintes financières en examinant leur impact sur la décision des entreprises d'entreprendre des projets innovants.

Dans la littérature, l'impact des contraintes financières sur l'innovation est étudié à partir de l'estimation d'équations d'investissement dans lesquelles les problèmes potentiels de financement sont pris en compte par des variables de richesse de l'entreprise telles que le cash-flow ou les profits. La sensibilité de l'investissement à ces variables financières est ensuite comparée pour des sous-groupes d'entreprises classifiées selon la sévérité probable des contraintes financières qu'elles peuvent rencontrer. Si l'investissement en R&D se révèle positivement affecté par les indicateurs de richesse pour les entreprises qui sont définies comme étant *a priori* probablement contraintes (par exemple les petites entreprises) alors ces travaux concluent à la présence de contraintes financières qui affectent significativement le comportement

innovant des entreprises. Cette interprétation de l'effet de la richesse de l'entreprise sur l'investissement comme révélateur de la présence de contraintes financières fait l'objet d'un débat important dans la littérature. Le cash flow ou les profits passés de la firme pouvant être également informatifs quant aux performances futures de l'entreprise, une corrélation positive entre l'investissement et ces variables financières pourrait également résulter des décisions d'investissement prises par la firme au regard de ses anticipations de profits futurs.

Ici, nous proposons d'exploiter une mesure directe de la présence de contraintes financières qui n'est pas soumise aux problèmes d'interprétation posés par les indicateurs indirects habituellement utilisés. Il s'agit d'une information qualitative fournie par l'enquête sur le Financement de l'Innovation Technologique (SESSI) relative aux difficultés de financement rencontrées par les entreprises lors de la mise en oeuvre de leurs projets innovants. Ce chapitre a pour objectif d'examiner l'effet de la présence de contraintes financières sur la propension des firmes à s'engager dans des activités innovantes.

Dans la première section, nous revenons sur les enseignements de la littérature à propos des déterminants de la propension à innover ainsi que sur les investigations empiriques de l'effet des contraintes financières sur l'innovation. Les différents moyens d'identification des entreprises soumises à des contraintes financières sont présentés dans la deuxième section. L'indicateur direct dont nous disposons permet de mener dans une troisième section une analyse comparative des structures de bilan des entreprises selon leur caractère innovant et selon qu'elles rencontrent ou non des contraintes financières. La quatrième section présente les résultats des estimations de la propension à innover en tenant compte de la présence potentielle de contraintes financières avec les indicateurs habituellement utilisés de la fiabilité financière de l'entreprise puis avec notre indicateur direct. Enfin, la cinquième section propose des tests de robustesse.

1 Propension à innover et contraintes financières

Dans cette section, nous revenons successivement sur les enseignements qu'apporte la littérature à propos des déterminants de la propension à innover et sur

l'effet des contraintes financières sur l'innovation.

1.1 Les déterminants de l'innovation

La littérature sur l'innovation identifie quatre facteurs explicatifs principaux de la propension des entreprises à innover (Cohen et Levin, 1989) : la taille des entreprises, leur pouvoir de marché ainsi que des facteurs liés à l'environnement : les opportunités technologiques et la demande latente des consommateurs pour de nouveaux produits.

La taille des entreprises est un facteur favorisant leur comportement innovant (Cohen et Klepper, 1996). Les grandes entreprises, en ayant des activités plus diversifiées et en disposant d'une plus grande capacité de production et de distribution de leurs produits que les petites, sont plus à mêmes d'amortir les coûts fixes de l'innovation en vendant une plus grande quantité de produits issus de l'investissement innovant. Les grandes entreprises présentent également un avantage en termes de diversification des risques. Elles mènent souvent plusieurs projets innovants de front, ce qui leur permet de diversifier les risques de la recherche. De plus, les entreprises de grande taille sont mieux connues des investisseurs externes qui sont alors confrontés à des problèmes d'asymétrie d'information moins sévères qu'avec des firmes plus petites. Enfin, les grandes entreprises bénéficient potentiellement d'une capacité de financement interne qui leur permet de financer sur fonds propres leurs projets innovants à fort contenu immatériel.

De fait, dans leur estimation des déterminants de l'innovation sur données françaises, Crépon *et al.* (1998) trouvent un effet positif de la taille sur la propension à engager des dépenses de R&D.

La structure du marché des produits est un autre déterminant de l'innovation. Cependant, son effet sur le comportement innovant des firmes n'est pas tranché par la littérature théorique. Dans l'optique schumpétérienne, le pouvoir de marché d'une entreprise favorise son comportement innovant. Cette position se justifie par des arguments relatifs à la diversification des risques et aux conditions de financement mentionnées plus haut. La position de monopole favoriserait également l'innovation de la firme considérée en l'incitant à innover pour se prémunir de l'arrivée de rivales sur son marché.

En revanche, Arrow (1962) défend l'idée d'une relation positive entre concurrence et innovation. Le différentiel de gain induit par l'innovation est en effet plus élevé pour une entreprise initialement en situation de concurrence que pour un monopole. L'entreprise en situation de monopole (qui a donc déjà un profit positif) obtient après innovation le profit de monopole innovant alors qu'une entreprise initialement en situation de concurrence est caractérisée par un profit *ex ante* égal à zéro. Après innovation elle devient un monopole sur son marché et obtient alors le profit de monopole innovant (Crampes et Encaoua, 2002).

Les études empiriques tendent à trouver un lien positif entre le pouvoir de marché de l'entreprise et l'innovation (Blundell *et al.*, 1999). Aussi Aghion *et al.* (2005) proposent un modèle définissant une relation en forme de U inversé entre innovation et concurrence. Dans ce modèle, l'intensification de la concurrence peut accroître les profits dus à l'innovation, mais au delà d'un certain seuil, une concurrence très forte réduit les incitations à innover pour les suiveurs.

Les autres facteurs explicatifs de la propension des firmes à engager des activités innovantes sont liés à l'environnement dans lequel elles évoluent.

Les entreprises sont poussées à innover par les opportunités technologiques qu'elles rencontrent. Ces opportunités technologiques (*Technology push*) résultent de l'accumulation et de l'évolution des connaissances dans leur environnement. Elles dépendent ainsi de facteurs très diversifiés comme le processus de diffusion des connaissances, l'état de l'art, les collaborations entre les entreprises et les centres de recherche académique, etc... L'existence de ces opportunités technologiques peut ainsi induire des différences d'incitation et de capacité à innover selon le secteur d'activité des entreprises.

Par ailleurs, les entreprises peuvent innover en vue de répondre à une demande latente des consommateurs pour des produits nouveaux (Schmookler, 1966), ce qui est défini dans la littérature comme l'impulsion de la demande (*demand pull*).

D'un point de vue empirique, la mise en évidence de ces facteurs environnementaux sur le comportement innovant des entreprises a été faite à partir d'indicateurs qualitatifs fondés sur les réponses des firmes aux enquêtes communautaires sur l'innovation (Barlet *et al.*, 1998; Crépon *et al.*, 1998).

Les travaux empiriques qui étudient les déterminants de l'innovation ne prennent pas toujours directement en compte les contraintes de financement. Le plus souvent, la taille de l'entreprise est simplement utilisée comme indicateur des possibles difficultés de financement dans les estimations de la propension des entreprises à innover (Crépon *et al.*, 1998 ; Mohnen et Therrien, 2005 ; Lööf et Heshmati, 2006). D'autres études qui s'intéressent plus spécifiquement à l'effet des contraintes financières introduisent des variables financières (cash flow ou profits passés) comme déterminant financier possible de l'innovation (Bond *et al.*, 1999 ; Harris *et al.*, 2003), sur le principe des modèles d'investissement.

1.2 Les investigations empiriques de l'effet des contraintes financières sur l'innovation

Les études empiriques visant à évaluer l'effet des contraintes financières sur l'innovation adoptent une approche similaire à celle mise en oeuvre pour l'investissement matériel. Celle-ci consiste à analyser l'effet de la richesse de l'entreprise sur son comportement d'investissement. Sous les hypothèses de marchés de capitaux parfaits et de concurrence parfaite, la maximisation de la valeur de la firme conduit à une équation d'investissement qui relie le bénéfice anticipé de l'investissement à son coût anticipé. Dans les Q -modèles d'investissement, qui sont les plus utilisés dans la littérature empirique sur le financement de l'innovation, la relation estimée est celle qui caractérise l'évolution de l'investissement en fonction de celle de la valeur du capital de l'entreprise. Pour tenir compte de la présence éventuelle de contraintes financières, des variables relatives à la richesse de l'entreprise sont introduites de façon *ad-hoc*. En effet, en présence de contraintes financières, posséder une richesse importante doit permettre d'investir plus fortement que lorsque l'on ne dispose que de peu de ressources internes, toutes choses égales par ailleurs.

Les études empiriques sur l'innovation comparent alors la réaction de l'investissement en recherche et développement (ou celle de la propension à engager des activités innovantes) à un indicateur de richesse (le cash flow ou les profits passés) pour des sous-populations d'entreprises définies selon leur degré de difficulté probable d'accès au financement externe. Cette méthodologie a été initiée par Fazzari *et al.* (1988). Plus précisément, Fazzari *et al.*, (1988) ont défendu l'idée que la sen-

sibilité de l'investissement au financement interne doit augmenter avec l'écart entre le coût du financement interne et le coût du financement externe. Dans cette perspective, la présence de contraintes financières à l'investissement peut être identifiée en comparant la sensibilité de l'investissement à la richesse nette d'échantillons de firmes construits selon l'importance des problèmes d'asymétrie de l'information auxquelles elles font face. En cas d'existence de contraintes financières, les firmes des échantillons qui sont *a priori* les plus susceptibles d'avoir des difficultés d'accès au financement externe doivent avoir une plus grande sensibilité de leur investissement à leur richesse (pour des opportunités données d'investissement).

Cette approche soulève des difficultés importantes, en particulier, celle de la prise en compte des anticipations de la profitabilité future de l'investissement (cf. Hubbard (1998) pour une revue de la littérature). Sur le plan théorique, la profitabilité anticipée de la firme est définie comme le ratio de l'accroissement de la valeur de l'entreprise résultant de l'investissement d'une unité supplémentaire de capital rapportée au coût de cette unité de capital (le q marginal de Tobin).

En pratique, la variable de profitabilité (le q marginal) est mesurée avec erreur car elle est approximée par le Q de Tobin moyen (ratio de la valeur boursière de l'entreprise sur le coût de remplacement de son stock de capital). Par ailleurs, les variables financières introduites pour capter les problèmes d'asymétrie de l'information sur les marchés des capitaux peuvent également être des variables *proxies* des opportunités de croissance non capturées par la mesure de q .

Ainsi, la corrélation des variables financières (comme le cash flow) avec l'investissement peut ne pas être due à l'imperfection des marchés des capitaux. Elle peut simplement révéler des perspectives de croissance futures motivant l'investissement actuel. Cette critique de l'approche proposée par Fazzari *et al.* (1988) a été formulée par Kaplan et Zingalès (1997). A partir du même échantillon que Fazzari *et al.* (1988), ils ont trouvé que les firmes dont l'investissement présentaient la plus forte sensibilité au cash flow, ne rencontraient pas de difficultés de financement.

Cette question a donné lieu à plusieurs articles. Par exemple, Gomes (2001) met en évidence à partir d'un modèle d'équilibre général que le cash flow peut avoir un effet positif sur l'investissement même en l'absence d'imperfection de l'information du fait de la combinaison des effets d'erreur de mesure sur le q de Tobin et de pro-

blèmes d'identification associés à la forme réduite de l'investissement. Récemment, Almeida et Campello (2006) ont proposé d'introduire un terme d'interaction entre la variable de cash-flow et une mesure de la fiabilité des garanties que peut fournir la firme pour contourner les difficultés d'interprétation du lien entre cash-flow et investissement. Leur spécification est basée sur l'idée selon laquelle les variables qui favorisent la capacité des firmes à emprunter (comme la fiabilité des garanties) doivent influencer l'investissement en présence de contraintes financières. Ils établissent un modèle théorique simple à partir duquel ils montrent qu'en présence de contraintes financières l'effet du cash-flow sur l'investissement doit être croissant avec le collatéral de la firme.

La plupart des études empiriques des contraintes financières à l'innovation s'appuient sur ces formes réduites de l'investissement enrichies de variables financières (Hall, 2002).

Hall (1992) a mis en évidence un effet positif du cash flow sur l'investissement en recherche et développement à partir d'un panel d'entreprises industrielles américaines sur la période 1973-1987.

A partir de données américaines également, Himmelberg et Petersen (1994) se sont intéressés à des entreprises de petite taille des secteurs de hautes technologies entre 1983 et 1987. Ils ont également trouvé un effet positif et significatif des cash-flow sur les dépenses de R&D. Des résultats similaires ont été obtenus par Mulkay *et al.* (2001) sur des données françaises et américaines d'entreprises industrielles observées entre 1982 et 1993. Ils mettent de plus en évidence que l'effet du cash flow (ou des profits) est plus important aux Etats-Unis qu'en France.

Sur des données d'entreprises manufacturières allemandes, les résultats de Harhoff (1998) sont moins tranchés. A partir d'un modèle d'accélérateur-profit, il trouve un effet positif peu important mais significatif des cash-flow sur l'investissement. Harhoff examine également une spécification structurelle de l'investissement en R&D en présence de contraintes financières mais les estimations qu'il obtient à partir de cette équation d'Euler ne se révèlent pas concluantes, notamment du fait de la petite taille de l'échantillon.

Récemment, Bond *et al.* (2003) n'ont pas trouvé d'effet significatif du cash-flow sur l'investissement en R&D d'entreprises allemandes et britanniques. En revanche,

l'effet du cash flow est positif et significatif sur la probabilité que les firmes britanniques s'engagent dans des activités de recherche et développement. Ils concluent alors que les entreprises britanniques qui ont entrepris des investissements de recherche et développement constituent un groupe auto-sélectionné pour lequel les difficultés de financement externe ne sont pas importantes.

Czarnitzki (2006) a également étudié le rôle des contraintes financières sur les dépenses de R&D d'entreprises allemandes. Son échantillon est constitué de petites et moyennes entreprises. Il utilise un indice de notation de la fiabilité financière des firmes pour mesurer leurs difficultés d'accès au financement externe et obtient des résultats concordants avec l'existence de contraintes financières pour ces entreprises.

Harris *et al.* (2003) ont tenu compte des imperfections sur les marchés des capitaux en introduisant les profits passés comme possible déterminant de la probabilité qu'une firme entreprenne des activités innovantes. Leur étude, qui est réalisée sur des données australiennes, ne révèle pas d'effet significatif de cette variable financière sur la décision d'innover.

En conclusion, les études empiriques de l'effet des contraintes financières sur l'innovation donnent des résultats assez contrastés. Ces travaux testent essentiellement l'existence de contraintes financière via la relation entre investissement en R&D et richesse des entreprises (mesurée par les profits passés ou le cash-flow).

Dans la section suivante, nous présentons les différentes approches qui permettent d'identifier les entreprises qui sont les plus susceptibles de faire face à des contraintes financières.

2 Identifier les entreprises contraintes financière- ment

Pour identifier les entreprises potentiellement soumises à des contraintes financières, les études antérieures s'appuient sur des indicateurs indirects susceptibles de refléter la sévérité des problèmes d'asymétrie d'information et des difficultés de financement externe. Dans cette thèse, nous proposons d'exploiter un indicateur direct de la présence de contraintes financières qui est fourni dans l'enquête sur le

Financement de l'Innovation Technologique¹.

Cette section présente successivement les mesures indirectes de la présence de contraintes financières puis notre indicateur direct fondé sur les réponses des entreprises à l'enquête FIT.

2.1 Les mesures indirectes

Comme la section précédente l'a souligné, l'essentiel des travaux sur les contraintes financières à l'innovation s'appuie sur la méthodologie initiée par Fazzari *et al.* (1989). Le test de la présence de contraintes financières consiste alors à regarder si l'effet des variables explicatives financières se révèle significatif sur l'investissement en recherche et développement de firmes identifiées comme étant *a priori* les plus susceptibles d'être soumises à des problèmes informationnels. Une difficulté essentielle de cette approche réside alors dans la détermination de ces critères *a priori* destinés à classer les firmes selon leur difficulté d'accès au financement externe. Dans la littérature, les caractéristiques utilisées pour discriminer entre entreprises contraintes et non contraintes sont le versement de dividendes par les entreprises, leur taille, âge, leurs liens avec les établissements de crédits ou encore des indices de notation du risque (*rating*).

La taille et l'âge des firmes peuvent être en effet des indicateurs de la prime de financement externe. Les firmes les plus grandes sont mieux connues des investisseurs extérieurs que les petites entreprises de par les informations qu'elles diffusent sur leurs résultats et sur leurs dirigeants. Elles font ainsi face à des problèmes d'asymétrie d'information moins sévères. De la même façon, les firmes en phase de création sont difficilement évaluables par les apporteurs de capitaux externes, mais ensuite, lorsqu'elles se développent, elles deviennent moins risquées, mieux connues et ont plus facilement accès au financement externe.

L'appartenance à un groupe peut également réduire les difficultés d'accès au financement externe (Kremp et Sevestre, 2000). La tête de groupe en se portant garante pour les prêts de ses filiales leur facilite l'accès au financement externe. Par ailleurs, comme la tête de groupe dispose d'une information équivalente à celle de sa filiale, cette dernière peut également bénéficier de financements internes au groupe

¹L'enquête FIT du SESSI est présentée en annexe A de ce chapitre.

qui n'intègrent pas de prime de financement externe. L'appartenance à un groupe réduit ainsi les besoins en financement externe et les difficultés qui y sont associées.

La segmentation entre entreprises financièrement contraintes et non contraintes de Fazzari *et al.* (1989) s'appuie sur la politique de distribution des dividendes. L'idée est la suivante : en présence de contraintes financières et d'opportunités d'investissement intéressantes, distribuer des dividendes n'est pas cohérent avec l'objectif de maximisation de la valeur de la firme. En d'autres termes, si le coût du financement externe excède celui du financement interne et si les firmes font face à des opportunités d'investissement rentables, l'investissement des firmes qui ne distribuent pas de dividendes doit être plus sensible à leur cash flow que celui des firmes qui distribuent largement des fonds à leurs actionnaires. Cette classification *a priori* entre entreprises financièrement contraintes et non contraintes à partir des dividendes ne tient pas compte de leur endogénéité possible avec les décisions d'investissement et de financement. De nombreux travaux ont en effet montré que les firmes décidaient de leur politique de dividendes afin de signaler à des investisseurs potentiels des profits futurs (par exemple, Bhattacharya, 1979 ; John et Williams, 1985 ou Miller et Rock, 1985) ou pour traiter les problèmes d'aléa moral entre les actionnaires et l'entrepreneur qui peut utiliser les profits non distribués pour son propre compte ou les investir dans des projets insuffisamment rentables (Jensen, 1986 ; Fluck, 1999).

D'autres critères sont également utilisés pour identifier les entreprises potentiellement soumises à des contraintes financières.

Ploetscher et Rottmann (2002) définissent l'existence de contraintes financières à partir du crédit inter-entreprises, considéré comme l'une des sources de financement externe les plus coûteuses. Ces auteurs s'appuient sur une enquête et considèrent que les entreprises ayant déclaré avoir eu recours à du crédit inter-entreprises tout au long de la période étudiée (ou très souvent) sont contraintes financièrement.

Czarnitzki (2006) s'intéresse spécifiquement aux contraintes de financement pour l'innovation et mesure les difficultés d'accès au financement externe à partir d'un indice de notation fourni par une agence spécialisée. Ces notes sont des jugements d'expert mesurant la fiabilité financière des entreprises à partir d'informations diverses (ces notations ne reposent donc pas seulement sur des informations comptables, elles tiennent compte de toutes les indications connues sur l'entreprise). Les

investisseurs externes, qui peuvent s'appuyer sur cette information synthétique, attribueront des fonds avec un coût moindre pour les entreprises ayant un bon indice de fiabilité financière par rapport à celui appliqué aux entreprises avec des indices moins bons.

Ce tour d'horizon des différents critères utilisés pour classer les entreprises selon leur difficulté potentielle d'accès au financement externe montrent qu'ils reposent sur un certain arbitraire et que certains sont endogènes. Aussi, des travaux se sont attachés à classer de façon endogène les entreprises qui ont une probabilité élevée de faire face à des contraintes financières (Almeida et Campello, 2006 ; Hovakimian et Titman, 2006 ; Hu et Schiantarelli, 1998). La stratégie consiste alors à estimer l'investissement en spécifiant un modèle de sélection à deux régimes qui vise à identifier les entreprises contraintes financièrement et celles qui ne le sont pas. Les régimes sont alors déterminés de façon endogène en fonction de plusieurs caractéristiques de l'entreprise (taille, âge, dividendes, collatéral).

Grâce à l'enquête sur le Financement de l'Innovation Technologique, nous disposons d'une information directe, donnée par les entreprises elles-mêmes sur les difficultés de financement auxquelles elles ont dû faire face lors de la mise en oeuvre de leurs projets innovants.

2.2 Une mesure directe de la présence de contraintes financières

Dans l'enquête FIT, toutes les firmes enquêtées, qu'elles aient effectivement engagé des activités d'innovation ou non, sont interrogées sur les obstacles éventuels à l'innovation qu'elles ont pu rencontrer². Il leur est demandé si elles ont fait face à des obstacles qui les ont empêchées d'entreprendre des projets innovants, de les mener à bien ou qui ont retardé leur mise en oeuvre. Trois des obstacles listés par l'enquête peuvent être vus comme l'expression de la présence de contraintes financières³ :

- l'absence de source de financement
- la lenteur dans la mise en place des financements
- des taux d'intérêts trop élevés.

²Cf. le questionnaire de l'enquête à la fin de l'annexe A de ce chapitre.

³Les différents obstacles ne sont évidemment pas exclusifs les uns des autres.

Ainsi, les firmes répondant qu'elles ont des projets technologiquement innovants, retardés, abandonnés ou non démarrés du fait d'au moins un de ces trois obstacles financiers peuvent être considérées comme ayant fait face à des contraintes financières.

Ce type de questions sur les obstacles financiers à l'innovation avait déjà été posé dans l'enquête communautaire française CIS2 (période 1994-1996). Mais les questions sur les obstacles financiers ont été retirées du questionnaire français CIS3 (période 1998-2000). Par conséquent, FIT est l'enquête la plus récente (période 1997-1999) apportant une information directe sur les contraintes de financement de l'innovation⁴.

Les indications fournies par les entreprises sur les obstacles à l'innovation qu'elles ont rencontrés ont un inconvénient probable. Il est en effet possible que les entreprises qui se sont effectivement engagées dans des activités innovantes soient plus enclines à répondre précisément aux questions sur les difficultés qu'elles ont rencontrées (et qu'elles ont finalement surmontées) que les entreprises qui n'ont pas entrepris de projets innovants.

L'usage d'informations relatives aux difficultés de financement des entreprises recueillies par le biais d'enquêtes tend à ce développer. Par exemple, Guiso (1998) utilise une enquête réalisée par la Banque d'Italie auprès d'entreprises pour identifier les entreprises qui rencontrent des difficultés d'accès au financement externe. Atzeni et Piga (2005) utilisent également une information qualitative donnée par les firmes pour identifier celles qui se sont vues refuser des crédits bancaires. L'information qualitative des communautaires CIS2 sur les obstacles à l'innovation a été exploitée par Canepa et Stoneman (2003) pour décrire l'importance des contraintes financières à l'innovation en Europe. Ils mettent en avant que les contraintes financières sont un facteur d'entrave important à l'innovation. Cependant à notre connaissance, cette information directement donnée par les entreprises n'a pas été jusqu'à présent utilisée pour étudier l'impact de la présence de contraintes financières sur les décisions d'innovation. La mesure qualitative de la présence de contraintes financières pour l'innovation de l'enquête FIT présente donc un intérêt majeur.

Au sein de l'échantillon FIT*CdB⁵, 17,25% des firmes ont fait face à des contraintes

⁴Cf annexe A

⁵Cf la présentation faite dans l'annexe A de l'appariement de l'enquête FIT avec les données

financières. Pour la quasi totalité de ces entreprises, les contraintes financières sont caractérisées par l'absence de source de financement (tableau 2.1). En outre, 45% des firmes contraintes financièrement ont déclaré avoir souffert de lenteur dans la mise en place des financements et environ 22% ont fait face à des taux d'intérêts trop élevés. Ces problèmes de financement ont majoritairement pour conséquence d'empêcher le démarrage des projets innovants (55,43% des entreprises contraintes) ou de les retarder (44,86%)⁶.

Tableau 2.1. Détails des contraintes financières

% de firmes contraintes concernées par :	
Modalités des contraintes financières	
Absence de source de financement	88,00
Lenteur dans la mise en place des financements	44,86
Taux d'intérêt des financements trop élevés	21,71
Détails selon le nombre d'obstacles financiers	
Un seul type de contrainte financière	64,00
Absence de source de financement	52,29
Lenteur dans la mise en place des financements	10,57
Taux d'intérêt des financements trop élevés	1,14
Deux types de contrainte financière	16,85
Absence de source de financement	
+Lenteur dans la mise en place des financements	15,43
Absence de source de financement	
+taux d'intérêt trop élevés	1,14
Lenteur dans la mise en place des financements	
+ taux d'intérêt trop élevés	0,28
trois types de contrainte financière	19,15
Conséquences des contraintes financières	
projet(s) retardé(s)	44,86
projet(s) abandonné(s)	15,14
projet(s) non démarré(s)	55,43
Note : les types de contraintes ne sont pas exclusifs les uns des autres.	
De plus, une entreprises peut mener de front plusieurs projets innovants,	
et donc les conséquences des contraintes financières ne sont pas exclusives	
non plus.	

Sources : FIT (Sessi) et CdB (Banque de France)

de la Centrale de Bilans.

⁶Une entreprise peut avoir plusieurs projets technologiquement innovants et les types de contrainte ne sont pas exclusifs les uns des autres.

3 Une première analyse descriptive : structure de bilans, innovation et contraintes financières

Avant de procéder à la comparaison des structures de bilans des entreprises selon leur caractère innovant et les difficultés de financement qu'elles ont rencontrées, nous précisons la structure de l'échantillon sur lequel ces statistiques sont calculées.

3.1 Définition de l'échantillon

La question de l'enquête FIT sur les facteurs d'entrave à l'innovation permet d'affiner la typologie des entreprises. En effet, à partir de cette information sur les obstacles à l'innovation, les entreprises peuvent être regroupées en cinq catégories :

1. Les entreprises ayant entrepris des projets innovants malgré la présence de contraintes financières (et éventuellement malgré d'autres obstacles). Nous définissons ces firmes comme étant de type 1.

2. Les entreprises innovantes sans obstacle financier (mais qui peuvent éventuellement avoir fait face à d'autres difficultés). Nous définissons ces firmes comme étant de type 2.

3. Les entreprises qui n'ont pas pu engager de projets innovants du fait de contraintes financières (et éventuellement d'autres obstacles). Nous définissons ces firmes comme étant de type 3.

4. Les entreprises qui n'ont pas pu engager de projets innovants, non pas du fait de contraintes financières, mais à cause d'autres obstacles. Nous définissons ces firmes comme étant de type 4.

5. Les firmes qui n'ont pas engagé d'activités innovantes et qui n'ont rencontré aucun obstacle à l'innovation. Nous définissons ces firmes comme étant de type 5.

Les quatre premières catégories sont composées de firmes ayant eu des projets technologiquement innovants : certaines d'entre elles sont parvenues à les mettre en oeuvre (firmes de type 1 et firmes de type 2) et les autres ont échoué (firmes de type 3 et firmes de type 4). Nous appelons ces firmes ayant eu des projets innovants, les firmes **potentiellement innovantes**.

La dernière catégorie (firmes de type 5) est constituée d'entreprises qui n'ont pas

eu de projets technologiquement innovants, et de ce fait, qui n'ont pas rencontré de problème de financement de l'innovation.

La répartition des firmes de l'échantillon FIT*CdB en fonction de ces cinq catégories est la suivante :

Tableau 2.2. Composition de l'échantillon FIT*CdB

Nombre de firmes	Potentiellement innovantes		Autre (type 5)	Total
	Contraintes	Non contraintes		
Ayant entrepris des projets innovants	198	613	—	811
Sans activité innovante	112	159	858	1129
	310	772	858	1940

Sources : FIT (Sessi) et CdB (Banque de France)

3.2 Statistiques descriptives

Tout comme l'innovation, la présence de contraintes financières est liée au secteur d'activité des entreprises (tableau 2.3). En ligne avec les statistiques globales publiées par le SESSI et l'INSEE (cf. Clarenc *et al.*, 2004 et INSEE, 2002), dans notre échantillon, le secteur des équipements électriques et électroniques est caractérisé par la plus forte proportion d'entreprises innovantes (68,02% dans l'échantillon) alors que les industries du bois et du textile ont les taux les plus faibles (respectivement 26,79% et 27,52%). Ces différences entre secteurs se retrouvent au niveau de la fréquence des problèmes de financement. En moyenne, 17,25 % des entreprises ont souffert de la présence de contraintes financières. Cette proportion s'élève à 30,18% dans le secteur des équipements électriques et électroniques et à 27,68% dans l'industrie des équipements de transport. Elle est beaucoup plus faible dans les secteurs faiblement innovants (9% dans l'industrie du bois et 11% dans celle du cuir).

Tableau 2.3. Innovation et contraintes financières par secteur

Secteurs	Nbre de firmes (dans l'échantillon)	% de firmes avec des projets innovants (au sein de chaque secteur)	% de firmes contraintes (au sein de chaque secteur)
Ind. textile et habillement	155	27,52	12,08
Ind. du cuir et de la chaussure	45	28,89	11,11
Travail du bois et fabrication d'articles en bois	59	26,79	8,93
Ind. du papier, édition, imprimerie	211	29,44	12,18
Ind. chimique	121	58,41	11,5
Ind. du caoutchouc et du plastique	139	43,28	14,93
Fab. autres produits minéraux non métalliques	101	43,75	17,71
Métallurgie	458	37,81	17,00
Fab. de machines et équipements	213	65,4	17,54
Fab. équipements électriques et électroniques	218	68,02	30,18
Fab. matériel de transport	102	64,29	27,68
Autres ind. manufacturières	118	41,69	12,04
Total	1940	45,93	17,25

Sources : FIT (Sessi) et CdB (Banque de France)

Les simples statistiques descriptives ne mettent pas en évidence de lien particulier entre la taille des firmes et leur difficulté à financer l'innovation. Les firmes innovantes sont en moyenne plus grandes que les non innovantes, mais il n'apparaît pas de différences marquantes en termes de taille entre entreprises contraintes et non contraintes (tableau 2.4 ci-dessous).

Tableau 2.4. Taille des entreprises (nombre d'employés) et contraintes financières

	Firmes potentiellement innovantes				Autres
	Firmes ayant entrepris des activités innovantes		Firmes sans activité innovante		
	Contraintes	Non contraintes	Contraintes	Non contraintes	
	(type 1)	(type 2)	(type 3)	(type 4)	
Moyenne	313,23	357,61	137,47	125,78	153,54
Q1	60	74	39,5	42	42
Médiane	146	175	70,5	73	78
Q3	441	520	145,5	139	160

Sources : FIT (Sessi) et CdB (Banque de France)

L'examen d'un indicateur de risque des entreprises⁷, le score de la Banque de

⁷Le score de la Banque de France est construit par l'Observatoire des Entreprises de la Banque de France. Il s'agit d'un indicateur synthétique du risque de chaque entreprise. Il est construit par une analyse discriminante de Fisher comme une combinaison linéaire de ratios symptomatiques du risque (tels que des ratios de rentabilité, de solvabilité, d'endettement, de cash-flow, etc...). Il

France, semble indiquer que les entreprises effectivement engagées dans des activités innovantes ne sont pas les plus risquées (tableau 2.5)⁸. Les firmes les moins risquées sont celles qui ont entrepris leurs projets innovants sans rencontrer de difficulté de financement et les entreprises les plus risquées sont celles qui ont rencontré des contraintes financières et qui n'ont pas entrepris de projets innovants. Dans le même temps, les firmes innovantes contraintes financièrement sont plus risquées que les firmes potentiellement innovantes non contraintes financièrement mais qui n'ont pas entrepris de projets innovants. Enfin, les entreprises qui n'ont pas souhaité innover (et donc qui n'ont pas rencontré d'obstacles à l'innovation) présentent un très bon indicateur de risque qui les situe juste derrière les innovantes non contraintes. Ainsi, pour les entreprises établies, le fait d'avoir entrepris des activités innovantes ne semble pas être associé à un risque plus élevé. Ce résultat serait peut être différent si l'échantillon permettait d'examiner le cas des jeunes entreprises. Malheureusement, les entreprises en phase de création ne sont pas dans le champ de l'enquête FIT⁹.

Tableau 2.5. Indicateur de risque (Score de la Banque de France) et contraintes financières

	Ayant entrepris des activités innovantes		Avec des projets non démarrés		
	Contraintes	Non contraintes	Contraintes	Non contraintes	
	(type 1)	(type 2)	(type 3)	(type 4)	(type 5)
Echantillon complet	0,435	1,312	0,049	0,808	0,93
Potentiellement innovantes	0,442	1,131	0,041	0,84	-

Note: Valeurs moyennes calculées par analyse de la variance en tenant compte des effets de taille et de secteurs.

Sources : FIT (Sessi) et CdB (Banque de France)

Pour comprendre ces différences en matière de risque, un examen des caractéristiques de chaque type d'entreprise est nécessaire (tableau 2.6).

est décroissant avec le risque associé à chaque firme (Bardos, 1998). La Banque de France utilise notamment cet indicateur pour établir un diagnostic financier individuel des entreprises.

⁸Contrairement à Planès *et al.* (2002) qui avaient mené le même type d'analyse avec les données CIS2, nous trouvons des différences significatives du risque des différentes catégories d'entreprises. Planès *et al.* (2002) avaient adopté une typologie différente de la notre en ne différenciant pas les entreprises potentiellement innovantes de celles qui ne souhaitaient pas innover. Leur classification est constituée de quatre catégories : innovantes non contraintes/innovantes contraintes/non innovantes non contraintes/non innovantes contraintes. En d'autres termes, leur catégorie d'entreprises non innovantes non contraintes regroupe des firmes que nous avons définies ici comme étant de types différents (type 4 et type 5).

⁹Cf la présentation de l'enquête en annexe A.

Tableau 2.6. Ratios moyens (% de la valeur ajoutée)

	Firmes potentiellement innovantes				Autres
	Firmes ayant entrepris des activités innovantes		Firmes sans activité innovante		
	Contraintes	Non contraintes	Contraintes	Non contraintes	
	(type 1)	(type 2)	(type 3)	(type 4)	(type 5)
Dépenses immatérielles	6,193	4,69	4,15	4,008	3,778
- R&D***	2,682	1,333	1,086	0,777	0,768
- Brevets, logiciels	0,423	0,295	0,24	0,5	0,233
- Formation	0,431	0,416	0,479	0,393	0,402
- Dépenses commerciales	2,514	2,568	2,32	2,302	2,278
- Fonds de commerce	0,142	0,077	0,022	0,035	0,096
Taux de marge***	13,92	22,632	6,837	18,397	18,637
Frais financiers***	5,259	3,254	5,361	3,237	3,408
Capacité d'autofinancement***	11,479	16,92	3,183	14,872	14,576
Dividendes***	2,404	4,967	2,598	3,072	4,639

Note: Valeurs moyennes calculées par analyse de la variance en tenant compte des effets de taille et de secteurs.

*/**/** indique des différences significatives selon les différentes catégories de firme respectivement aux seuils de 10%/5%/1%.

Sources : FIT (Sessi) et CdB (Banque de France)

Les différentes catégories d'entreprise se différencient tout d'abord par leur effort d'investissement immatériel. Comme attendu, les entreprises innovantes et particulièrement celles qui ont rencontré des contraintes financières présentent un taux d'investissement incorporel plus élevé. Il est de 6,19% pour les firmes innovantes contraintes et de 4,00% pour les non innovantes non contraintes. Ces différences sont essentiellement dues au niveau des dépenses de recherche et développement, plus élevées pour les entreprises innovantes contraintes financièrement. L'importance de l'investissement immatériel constitue un facteur de risque pour les investisseurs externes (et en particulier pour les banquiers), les actifs immatériels ne pouvant pas être utilisés comme garanties en cas de faillite de l'entreprise. De ce fait, les banquiers peuvent être réticents à accorder un prêt à une entreprise présentant une forte proportion d'actifs immatériels (refuser de lui prêter ou bien prêter à taux élevé), ce qui peut se traduire par des difficultés de financement externe pour cette firme.

Les différents types de firmes se distinguent également par leur capacité à dégager des profits. Ces différences de performance se retrouvent dans les taux de marge, la part des frais financiers dans la valeur ajoutée et le ratio de capacité d'autofinancement sur la valeur ajoutée. Sans surprise, les firmes non contraintes financièrement

sont aussi celles qui présentent de meilleures performances. Nos données montrent également des résultats cohérents avec le principe de l'utilisation des dividendes pour discriminer entre entreprises contraintes et non contraintes : la part moyenne des dividendes dans la valeur ajoutée est plus élevée pour les entreprises non contraintes financièrement (4,97% pour les innovantes et 3,07% pour les non innovantes) que pour les entreprises contraintes (2,40% pour les firmes innovantes et 2,60% pour les non innovantes).

En ce qui concerne l'importance relative des diverses sources de financement des différences significatives sont également visibles (tableau 2.7 ci-dessous).

Tableau 2.7. Structure des financements de long et moyen termes (médianes, en milliers d'euros)

	Firmes potentiellement innovantes				Autres
	Firmes ayant entrepris des activités innovantes		Firmes sans activité innovante		
	Contraintes	Non contraintes	Contraintes	Non contraintes	
	(type 1)	(type 2)	(type 3)	(type 4)	(type 5)
Financements propres	10743	14030	3006	3419	4128
Emprunts :	1689	1476	639	565	621
- emprunts obligataires	0	0	0	0	0
- emprunts bancaires	550	480	194	249	303
- emprunts auprès du groupe	33,5	10	20	6,5	24
- autres emprunts divers	124	93	19	0	1
Total des financements de LMT	13289	16448	16546	4288	5030

Sources : FIT (Sessi) et CdB (Banque de France)

Les différences de montant des financements entre entreprises innovantes et non innovantes doivent en premier lieu s'interpréter comme des différences de taille entre ces catégories (cf. tableau 2.4), les entreprises innovantes étant plus grandes. Les entreprises innovantes bénéficient de financements propres plus importants et recourent moins fortement aux financements externes. De plus, parmi les entreprises engagées dans des activités d'innovation, celles qui n'ont pas rencontré de contraintes financières sont aussi celles qui bénéficient de montants de financements supérieurs. Là encore, cette différence s'explique avant tout par des financements propres plus importants.

L'examen des structures de financement confirme les différences de fiabilité financière entre chaque type de firmes (tableau 2.8 ci-dessous).

Les entreprises contraintes qui n'ont pas entrepris de projet innovant sont carac-

térisées par le plus fort poids d'endettement bancaire (21,95%) alors que les entreprises les moins fortement endettées en moyenne sont les innovantes non contraintes (13,03%). Ces différences en matière de taux d'endettement sont visibles aussi bien pour les emprunts bancaires de long et moyen termes que pour l'endettement bancaire de court terme. En revanche, le poids des financements en provenance du groupe n'apparaît pas être significativement différent pour les cinq catégories de firmes.

Tableau 2.8. Structure de l'endettement
(ratios moyens, en % du total des financements)

	<i>Firmes ayant entrepris des activités innovantes</i>		<i>Firmes sans activité innovante</i>		
	Contraintes (type 1)	Non contraintes (type 2)	Contraintes (type 3)	Non contraintes (type 4)	(type 5)
Financements propres***	73,203	78,808	67,118	74,808	78,273
Financements de marché	0,153	0,233	0,166	0,353	0,135
Dette financière***	26,787	21,192	32,881	25,551	21,727
Détails de la dette financière					
Dette bancaire***	16,983	13,032	21,951	16,802	14,053
- Emprunts de LMT***	8,159	7,07	8,206	8,555	7,223
- Prêts bancaires CT***	8,823	5,961	13,744	8,245	6,83
Financement du groupe	6,992	5,637	6,283	6,254	5,546
Autre dette financière hors groupe***	2,668	2,289	4,483	2,143	1,992
Ratios moyens calculés par analyse de la variance en tenant compte des effets de taille et de secteurs.					
*/**/***/*** indique des différences significatives selon les différentes catégories de firme respectivement aux seuils de 10%/5%/1%.					

Sources : FIT (Sessi) et CdB (Banque de France)

Ainsi, la présence de contraintes financières à l'innovation est associée à des performances économiques plus défavorables, un risque plus grand et une structure de financement moins solide, comparativement aux résultats des entreprises ayant déclaré de pas avoir rencontré de difficultés financières. Ces différences entre entreprises contraintes/non contraintes se retrouvent aussi bien parmi les firmes qui sont parvenues à entreprendre leurs projets innovants que parmi celles qui n'ont pas eu d'activités innovantes. Mais globalement, les entreprises qui sont effectivement engagées dans des activités innovantes présentent un meilleur profil que celles qui ne sont pas parvenues à mettre en oeuvre leurs projets innovants.

Ces observations sont cohérentes avec l'idée de Bond *et al.* (1999) selon laquelle il y aurait un phénomène de sélection dans la décision d'entreprendre des projets innovants : les firmes qui s'engageraient effectivement dans des activités technolo-

giquement innovantes seraient celles pour qui les difficultés de financement seraient les moins importantes.

La section suivante constitue le coeur de la contribution de ce chapitre à l'étude de l'impact des contraintes financières sur l'innovation. Elle est consacrée à l'estimation de la propension des entreprises à entreprendre des activités innovantes compte tenu de leurs éventuelles difficultés de financement.

4 Résultats économétriques

Pour l'analyse économétrique de l'impact des contraintes financières sur l'innovation, les problèmes de financement sont alternativement pris en compte par des mesures de la richesse de l'entreprise ou de sa fiabilité financière (comme c'était le cas dans les études antérieures) et par notre indicateur direct de la présence de contraintes financières. D'un point de vue méthodologique, deux spécifications sont utilisées : un simple probit puis un probit bivarié récursif qui tient compte de l'endogénéité potentielle de l'indicateur qualitatif de contraintes financières.

4.1 Contraintes financières mesurées par les indicateurs directs

Dans un premier temps, nous reprenons la spécification adoptée par Crépon *et al.* (1998). Nous définissons un modèle probit univarié dans lequel la décision de s'engager dans des activités technologiquement innovantes dépend des déterminants traditionnels de l'innovation mis en avant par la littérature (la taille de la firme, son pouvoir de marché, les opportunités technologiques et l'effet de la demande latente des consommateurs). Cependant, nous complétons cette spécification en introduisant des variables financières afin de tenir compte de possibles difficultés de financement.

En d'autres termes, nous définissons la variable latente y_{1i}^* sous-jacente à ce probit comme :

$$y_{1i}^* = x_{1i}a_1 + z_i a_2 + u_i \quad (2.1)$$

La variable latente y_{1i}^* peut s'interpréter comme reflétant le rendement attendu des projets innovants de l'entreprise i . Les déterminants traditionnels de l'innovation

sont inclus dans le vecteur x_{1i} et les variables financières dans le vecteur z_i .

Le vecteur x_{1i} est ainsi composé de :

- la taille de la firme (mesurée comme le logarithme du nombre d'employés),
- le pouvoir de marché de la firme (mesuré comme la part du chiffre d'affaires de l'entreprise sur le chiffre d'affaires de l'ensemble de son secteur d'activité),

- des indicateurs des opportunités technologiques de la firme. Ces indicateurs sont construits à partir d'informations qualitatives de l'enquête FIT. Ils avaient été précédemment utilisés par Crépon *et al.* (1998) et Barlet *et al.* (1998). Plus précisément, il est demandé aux entreprises enquêtées : « *Considérez-vous que votre marché de référence est technologiquement : Non innovant ? Faiblement innovant ? Moyennement innovant ? Fortement innovant ?* ». Le niveau *non innovant* est pris comme référence et nous introduisons dans la régression trois variables indicatrices TP2, TP3 et TP4 pour les niveaux suivants. L'effet attendu de ces variables est alors positif et croissant avec l'intensité des opportunités technologiques.

- Nous introduisons également des indicatrices sectorielles (Niveau NAF03). L'industrie des équipements électriques et électroniques est définie comme référence. Ce secteur est caractérisé par la plus forte proportion d'entreprises innovantes. On s'attend alors à des coefficients estimés plutôt négatifs pour les autres secteurs. Par ailleurs, comme l'enquête FIT ne donne pas d'indication sur la demande latente perçue par les entreprises pour des produits nouveaux, ces indicatrices sectorielles tiennent également compte d'effets propres à chaque secteur liés à la demande des consommateurs.

Comme variables financières susceptibles de révéler la présence de contraintes financières, nous utilisons le cash flow (mesuré comme le rapport de la capacité d'autofinancement sur la valeur ajoutée), l'indicateur synthétique du risque de la Banque de France ainsi que d'autres variables reflétant la situation financière de l'entreprise :

- la part de l'endettement bancaire et la part des financements propres dans le total des ressources de l'entreprise, comme mesures de la structure de financement de l'entreprise. Une structure de financement peu solide (autrement dit, un faible ratio de financement propre ou un ratio d'endettement élevé) peuvent induire des

difficultés d'accès au financement externe, et de ce fait, entraver l'innovation.

- le logarithme du montant des actifs corporels comme mesure des garanties que l'entreprise est capable d'apporter aux banquiers,

- une mesure des performances économiques de la firme (donnée par le taux de marge). Une firme caractérisée par une faible capacité à générer des profits dans le passé est susceptible de rencontrer des contraintes financières qui peuvent affecter sa capacité à entreprendre des projets innovants.

L'enquête FIT interroge les entreprises sur le comportement innovant et leurs éventuelles difficultés de financement pour la période 1997-1999. Les déterminants de la décision d'entreprendre des projets innovants sont alors mesurés avant la période d'enquête, en 1996.

Par ailleurs, les estimations sont faites dans un premier temps sur l'échantillon des seules firmes ayant eu des projets technologiquement innovants (l'échantillon des firmes potentiellement innovantes). En d'autres termes, nous excluons les firmes, qui n'ayant pas eu de projets innovants, ne sont pas concernées par d'éventuelles difficultés de financement de l'innovation (les firmes de type 5). Les estimations sur l'échantillon complet sont présentées dans l'annexe C de ce chapitre.

4.1.1 La taille des firmes comme proxy des problèmes de financement

La première colonne du tableau 2.9 montre les résultats obtenus en adoptant le même type de spécification que Crépon *et al.* (1998). Tous les coefficients significatifs présentent les signes attendus et les résultats sont similaires à ceux de Crépon *et al.* (1998). La probabilité d'entreprendre des projets technologiquement innovants s'accroît avec la taille de la firme, avec sa part de marché et avec l'intensité des opportunités technologiques qu'elle rencontre. De plus, il apparaît des différences intersectorielles significatives dans la propension d'innover.

Comme nous l'avons déjà mentionné, l'enquête FIT ne permet pas de construire des indicateurs sur l'impulsion de la demande. L'effet de celle-ci est partiellement contrôlé grâce aux indicatrices sectorielles. Nous avons cependant cherché à mieux prendre en compte l'effet de la demande latente des consommateurs pour des produits nouveaux en introduisant le taux de croissance du chiffre d'affaires de l'entreprise entre 1996 et 1997 comme variable explicative. Le coefficient associé s'est

révélé non significativement différent de zéro.

Tableau 2.9. Propension à innover et taille des firmes (probit)

	Coeff.	Ec-type.	Coeff.	Ec-type.
Constante	-1,222 ***	0,342	-1,220 ***	0,343
log(R&D)	-	-	0,016	0,044
Dummy R&D	-	-	0,133	0,208
Taille	0,274 ***	0,056	0,257 ***	0,057
Part de marché	0,758 **	0,299	0,709 **	0,299
TP4	1,198 ***	0,239	1,200 ***	0,239
TP3	0,813 ***	0,196	0,828 ***	0,197
TP2	0,390 **	0,191	0,411 **	0,191
DB	-0,401 *	0,211	-0,362 *	0,213
DC	-0,184	0,347	-0,145	0,348
DD	-0,202	0,301	-0,189	0,301
DE	-0,228	0,199	-0,192	0,200
DG	-0,451 *	0,231	-0,454 **	0,232
DH	-0,497 **	0,211	-0,476 **	0,212
DI	-0,458 **	0,228	-0,431 *	0,229
DJ	-0,020	0,167	-0,003	0,167
DK	0,316	0,192	0,318	0,193
DM	0,035	0,235	0,037	0,236
DN	-0,326	0,217	-0,304	0,218
Log vraisemblance		-516.208		-514.536
R ² Mac Fadden		0.152		0.155
Nombre de firmes		1082		1082

*/**/** indique un niveau de significativité de 10%/5%/1%

Par ailleurs, dans le contexte de l'innovation technologique, les dépenses antérieures en recherche et développement sont un facteur pertinent de la fonction d'innovation. La seule information dont nous disposons sur les dépenses de R&D est donnée par la Centrale de Bilans¹⁰. Nous introduisons alors le logarithme des dépenses de R&D données par la Centrale de Bilans (mesurées en 1996) dans l'équation d'innovation. Lorsque les dépenses de R&D sont nulles, nous fixons la variable de R&D égale à zéro. Cependant nous n'obtenons pas d'effet significatif des dépenses de R&D passées sur la probabilité d'innover. Comme le souligne la présentation faite en annexes des données comptables de R&D, notre variable de R&D est mesurée avec erreur. Afin d'en tenir compte, nous avons adopté la procédure d'instrumentation proposée par Rivers et Vuong (1988) (tableau 2.C.2 de l'annexe C de ce chapitre) : nous avons régressé la variable de R&D (mesurée en 1996) sur des fac-

¹⁰cf la présentation des données de R&D de la Centrale de Bilans dans l'annexe B de ce chapitre.

teurs explicatifs mesurés en 1995 et introduit les résidus de cette régression dans l'équation d'innovation. Malheureusement, nous ne disposons pas de très bons facteurs explicatifs des dépenses de R&D. Nous utilisons des indicatrices sectorielles, le taux de croissance du chiffre d'affaires des firmes entre 1995 et 1996 et le log du nombre d'employés de l'année 1995. L'effet de la R&D alors obtenu est toujours non significatif. En outre, les résidus de l'équation de R&D n'apparaissant pas significatifs dans l'équation d'innovation, l'exogénéité de notre variable de R&D n'est pas rejetée. Toutefois, le recours aux variables passées (avant 1996) qui ne sont pas disponibles pour l'ensemble des firmes réduit l'échantillon de 1082 à 921 entreprises. En outre, les résultats de l'estimation de l'équation de R&D sont médiocres (avec notamment un R^2 très faible). Ceci s'explique notamment par l'utilisation d'une méthode linéaire de régression (les MCO) alors que les dépenses en R&D utilisées sont caractérisées par une très forte proportion de valeurs nulles. Aussi, compte tenu des nombreux problèmes posés par la mesure de R&D dont nous disposons, nous décidons de ne pas conserver les dépenses de R&D dans l'équation d'innovation pour les estimations suivantes.

4.1.2 Contraintes financières mesurées par le cash flow et d'autres variables financières

Nous considérons à présent le cash-flow comme un indicateur de la présence possible de contraintes financières (tableau 2.10). Celui-ci se révèle fortement significatif même si l'effet marginal est très faible (0,0022 au point moyen de l'échantillon). Ce dernier apparaît plus élevé pour les petites et moyennes entreprises (0,0025) que pour les grandes entreprises (0,0006). Ainsi, l'effet positif et significatif du cash-flow sur la probabilité d'innover est susceptible de refléter la présence de contraintes financières qui affecteraient significativement le comportement innovant des entreprises.

Dans la deuxième colonne du tableau 2.10, nous tenons compte de possibles problèmes de financement par le biais d'autres variables économiques et financières de l'entreprise. Nous trouvons qu'un taux d'endettement bancaire élevé réduit la probabilité que l'entreprise entreprenne des projets innovants alors que de bonnes performances économiques antérieures (mesurées par le taux de marge) augmentent la probabilité d'innover. Toutefois, les profits passés peuvent être endogènes si l'in-

novation passée génère des profits plus élevés pour les firmes innovantes.

Pour tenir compte de ce possible problème d'endogénéité nous adoptons l'approche de Rivers et Vuong¹¹ : le test du multiplicateur de Lagrange ne rejete pas l'hypothèse d'exogénéité du taux de marge et les résultats confirment l'effet positif de ce dernier sur l'innovation.

En introduisant simultanément le cash-flow et le taux de marge, ces deux variables n'apparaissent plus significatives (colonne 3 du tableau 2.10), ce qui s'explique par leur forte corrélation (celle-ci est de 0,70).

Tableau 2.10. Propension à innover, cash-flow et autres variables financières (probit)

	Coeff.	Ec-type	Coeff.	Ec-type	Coeff.	Ec-type
Constante	-1,335 ***	0,344	-1,222 ***	0,390	-1,220 ***	0,390
Taille	0,285 ***	0,057	0,271 ***	0,057	0,272 ***	0,057
Part de marché	0,636 **	0,291	0,594 **	0,286	0,585 **	0,285
TP4	1,187 ***	0,240	1,188 ***	0,242	1,185 ***	0,242
TP3	0,783 ***	0,197	0,762 ***	0,198	0,759 ***	0,198
TP2	0,355 **	0,191	0,337 *	0,192	0,333 *	0,192
Cash-flow	0,008 ***	0,002	-	-	0,002	0,003
Emprunts bancaires	-	-	-0,007 **	0,003	-0,007 **	0,003
Financements propres	-	-	0,003	0,003	0,002	0,003
Taux de marge	-	-	0,007 ***	0,002	0,005	0,003
DB	-0,395 *	0,212	-0,390 *	0,214	-0,393 *	0,214
DC	-0,214	0,346	-0,287	0,348	-0,284	0,348
DD	-0,172	0,302	-0,065	0,307	-0,061	0,307
DE	-0,248	0,200	-0,189	0,203	-0,193	0,203
DG	-0,412 *	0,231	-0,474 **	0,232	-0,465 **	0,232
DH	-0,505 **	0,211	-0,462 **	0,213	-0,464 **	0,213
DI	-0,432 *	0,229	-0,426 *	0,232	-0,422 *	0,232
DJ	-0,026	0,167	0,013	0,169	0,012	0,169
DK	0,364 *	0,195	0,333 *	0,195	0,340 *	0,196
DM	0,064	0,238	0,102	0,242	0,103	0,242
DN	-0,334	0,218	-0,354	0,218	-0,352	0,218
Log vraisemblance		-510,9		-504,9		-504,7
R ² Mac Fadden		0,161		0,171		0,171
Nombre de firmes		1082		1082		1082

*/**/***/*** indique un niveau de significativité de 10%/5%/1%

¹¹ Les résultats sont présentés dans le tableau 2.C.3 de l'annexe C de ce chapitre.

4.1.3 L'indicateur synthétique du risque (score BdF)

Enfin, nous utilisons une dernière proxy des difficultés de financement des entreprises : le score de la Banque de France. Comme présenté plus haut, il s'agit d'un indicateur synthétique construit à partir des informations comptables via une analyse discriminante de Fisher. Il est décroissant avec le risque de l'entreprise. Les estimations révèlent un effet significatif positif de cet indicateur sur la probabilité d'innover : les entreprises qui sont caractérisées par un meilleur score ont une probabilité plus grande d'entreprendre des activités innovantes (tableau 2.11).

En introduisant simultanément le score de la Banque de France avec les autres variables comptables utilisées précédemment, aucun des indicateurs n'apparaît significatif (deuxième colonne du tableau 2.11). Ceci s'explique aisément par la redondance des informations qu'apportent les ratios comptables et l'indicateur synthétique qui est lui-même construit à partir des données comptables. Il aurait alors été intéressant de confronter ces informations avec celles données par l'indice de cotation des entreprises de la Banque de France. Cet indice est établi à partir de jugements d'experts qui ne se basent pas uniquement sur les seules données comptables, mais nous n'y avons pas eu accès.

Tableau 2.11. Propension à innover et score BdF (probit)

	Coeff.	Ec.Type	Coeff.	Ec.Type
Constante	-1,356 ***	0,344	-1,214 **	0,500
Taille	0,281 ***	0,057	0,275 ***	0,057
Part de marché	0,664 **	0,288	0,598 **	0,285
TP4	1,190 ***	0,241	1,184 ***	0,242
TP3	0,789 ***	0,197	0,766 ***	0,198
TP2	0,367 *	0,191	0,338 *	0,192
Score	0,160 ***	0,035	0,093 *	0,050
Cash-flow	-	-	0,002	0,003
Emprunts bancaires	-	-	-0,005	0,005
Financements propres	-	-	0,000	0,004
Taux de marge	-	-	0,003	0,004
DB	-0,402 *	0,213	-0,400 *	0,214
DC	-0,291	0,347	-0,301	0,348
DD	-0,084	0,306	-0,062	0,308
DE	-0,220	0,200	-0,219	0,201
DG	-0,488 **	0,232	-0,480 **	0,233
DH	-0,451 **	0,212	-0,465 **	0,212
DI	-0,387 *	0,232	-0,408 *	0,232
DJ	0,008	0,168	0,008	0,169
DK	0,319	0,194	0,333 *	0,196
DM	0,132	0,242	0,129	0,244
DN	-0,343	0,218	-0,347	0,218
Log vraisemblance		-505		-503,27
R ² Mac Fadden		0,17		0,174
Nombre de firmes		1082		1082

En conclusion, les estimations de la propension à innover incluant des mesures de la richesse de l'entreprise ou de sa fiabilité financière laissent à penser que les problèmes de financement jouent un rôle significatif dans le comportement innovant des entreprises. Ces résultats mettent en évidence que les grandes entreprises ont une plus forte propension à entreprendre des projets innovants que les petites. En outre, le cash flow apparaît avoir un effet faible mais très significatif sur la probabilité d'innover. Enfin, les estimations soulignent le rôle de l'endettement passé et des performances économiques antérieures comme déterminants de la probabilité d'innover. L'effet de ces variables comptables et financières a été de plus confirmé par les résultats obtenus avec l'indicateur synthétique du risque.

Après ce tour d'horizon des informations données par les indicateurs indirects des difficultés de financement, nous présentons les résultats obtenus avec notre indicateur

direct de la présence de contraintes financières.

4.2 Propension à innover et indicateur direct de la présence de contraintes financières

Comme cela a déjà été présenté dans la section 2.2 de ce chapitre, la mesure directe de la présence de contraintes financières à l'innovation dont nous disposons est une information qualitative donnée par les entreprises. Il s'agit d'un indicateur des problèmes de financement spécifiques aux projets innovants de l'entreprise alors que les variables précédemment utilisées reflètent la situation financière globale de l'entreprise. La question de l'endogénéité de cet indicateur est ici cruciale.

Premièrement, il y a de nombreuses raisons de suspecter que la probabilité d'entreprendre un projet innovant et celle de faire face à des contraintes financières pour ce projet sont toutes deux affectées par des éléments d'hétérogénéité individuelle que nous n'observons pas. En particulier, l'incertitude associée au résultat de l'innovation ou la confidentialité qui peut être nécessaire à la réussite du projet innovant pour des raisons stratégiques sont des facteurs propres aux projets innovants de l'entreprise qui peuvent créer ou renforcer des contraintes financières. Nous ne possédons pas non plus d'information sur la durée nécessaire au développement des projets innovants avant la mise sur le marché du produit innovant. Or ce facteur est également susceptible d'affecter simultanément la décision d'entreprendre un projet innovant et la probabilité d'avoir des difficultés à le financer.

Deuxièmement, les décisions d'investissement et de financement doivent à l'évidence être envisagées comme des problèmes simultanés. De plus, ce problème de simultanéité peut être accru par le format des données : nous observons le comportement innovant et les difficultés de financement associées pour une période qui couvre trois années. Par exemple, il n'est donc pas possible de distinguer des contraintes financières qui se poseraient avant la mise en oeuvre du projet, de celles qui résulteraient de l'activité innovante de l'entreprise¹².

¹²L'appariement de l'enquête FIT (période 1997-1999) avec les données CIS2 (période 1994-1996), qui sont les deux enquêtes fournissant cette information qualitative sur les obstacles financiers pour les entreprises industrielles françaises, ne peut pas être envisagé pour mener cette étude dans une perspective dynamique (cf. les problèmes posés par cette fusion qui sont détaillés dans l'annexe A de ce chapitre).

La spécification adoptée jusqu'à présent (modèle probit univarié) n'est plus adéquate dans le cas de variable explicative qualitative endogène dans un modèle lui-même qualitatif. C'est la raison pour laquelle nous estimons simultanément la probabilité d'entreprendre un projet innovant et celle de faire face à des contraintes financières par un probit bivarié récursif (Greene, 1998).

4.2.1 Un modèle qualitatif simultané

Nous envisageons la décision d'entreprendre un projet technologiquement innovant et la probabilité de faire face à des contraintes financières comme des questions simultanées. De fait, chacune d'elle est susceptible d'affecter l'autre : la présence de contraintes financières en réduisant la propension des firmes à innover et le comportement innovant des entreprises en induisant des contraintes financières. Un modèle latent qui rend compte de ces interdépendances est donc :

$$\begin{cases} y_{1i}^* = x_{1i}\beta_1 + \gamma_1 y_{2i} + \varepsilon_{1i} \\ y_{2i}^* = x_{2i}\beta_2 + \gamma_2 y_{1i} + \varepsilon_{2i} \end{cases} \quad (2.2)$$

dans lequel y_{1i}^* et y_{2i}^* représentent respectivement le rendement attendu des projets innovants de l'entreprise et la sévérité des contraintes financières auxquelles elle fait face ; x_{1i} et x_{2i} sont les facteurs exogènes qui expliquent la décision d'innover et la présence de contraintes financières.

L'enquête que nous utilisons permet d'observer si les entreprises ont entrepris des projets innovants et si elles ont fait face à des difficultés de financement.

On observe donc :

$$\begin{cases} y_{1i} = 1 \text{ si } y_{1i}^* \geq 0 \\ y_{1i} = 0 \text{ si } y_{1i}^* < 0 \end{cases} \quad \text{et} \quad \begin{cases} y_{2i} = 1 \text{ si } y_{2i}^* \geq 0 \\ y_{2i} = 0 \text{ si } y_{2i}^* < 0 \end{cases}.$$

Malheureusement, ce modèle n'est pas cohérent en l'absence de restriction. Ce problème est connu dans la littérature sous le nom de *coherency problem* des modèles qualitatifs à équations simultanées et a été étudié par Maddala (1983), Gouriéroux *et al.* (1980), Lewbel (2005) et Hajivassiliou (2006). Ce problème d'incohérence du modèle 2.2 provient du fait que les quatre probabilités $\Pr(y_1 = 1, y_2 = 1)$, $\Pr(y_1 = 1, y_2 = 0)$, $\Pr(y_1 = 0, y_2 = 1)$ et $\Pr(y_1 = 0, y_2 = 0)$ ne sont pas mutuel-

lement exclusives : il y a des zones de recouvrement et/ou de non couverture du domaine $(x_{1i}\beta_1 + \gamma_1 y_{2i} + \varepsilon_{1i}, x_{2i}\beta_2 + \gamma_2 y_{1i} + \varepsilon_{2i})$ (cf. Hajivassiliou, 2006). Les auteurs précédemment cités ont établi que ce modèle devenait cohérent lorsque l'on considère une spécification récursive, *i.e.* avec γ_1 ou γ_2 égal à zéro. Ici, nous considérons, dans un premier temps¹³, le modèle contraint par $\gamma_2 = 0$:

$$\begin{cases} y_{1i}^* = x_{1i}\beta_1 + \gamma_1 y_{2i} + \varepsilon_{1i} \\ y_{2i}^* = x_{2i}\beta_2 + \varepsilon_{2i} \end{cases} \quad (2.3)$$

En outre, y_{1i}^* et y_{2i}^* étant observés comme variables dichotomiques, les restrictions habituelles nécessaires à l'identification des modèles qualitatifs doivent être imposées en normalisant la variance des perturbations. Nous supposons que celles-ci sont indépendantes et identiquement distribuées selon la loi normale bivariée de moyenne égale à zéro, de variance unitaire et de coefficient de corrélation ρ :

$$\begin{pmatrix} \varepsilon_{1i} \\ \varepsilon_{2i} \end{pmatrix} \rightsquigarrow \Phi_2 \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & \rho \\ \rho & 1 \end{bmatrix} \right)$$

où Φ_2 est la fonction de répartition de la loi normale bivariée.

Le modèle probit bivarié avec régresseur endogène qualitatif ne requiert pas d'autres contraintes pour être identifié que celles présentées ci-dessus (Wilde 2000, Monfardini et Radice 2006). En outre, ceci avait été démontré par Heckman (1978) dans un contexte plus général. Ainsi, des conditions d'exclusion sur les variables explicatives exogènes ne sont pas nécessaires à l'identification du modèle. Il y a cependant parfois quelques confusions à ce sujet dans les travaux empiriques qui estiment ce type de modèle. Ceci peut s'expliquer par le commentaire de Maddala (1983, p222) qui avance que les paramètres de la première équation ne sont pas identifiés s'il n'y a pas de relation d'exclusion sur les variables exogènes. Wilde (2000) a démontré que ceci n'était vrai que dans l'exemple simple pris par Maddala qui considère le cas où x_{1i} et x_{2i} sont deux constantes. Wilde montre que l'identification de ce probit bivarié est obtenue dès lors que chaque liste de variables explicatives x_{1i} et x_{2i} comprend au moins une variable qui n'est pas une constante. Cependant,

¹³L'autre modèle récursif (obtenu en considérant $\gamma_1 = 0$) est envisagé dans la section consacrée aux tests de robustesse.

d'un point de vue pratique, comme l'ont examiné Monfardini et Radice (2006), en l'absence d'instrument, l'identification des paramètres de la première équation dépend fortement de la forme fonctionnelle de la distribution des perturbations. Ainsi, en pratique, l'usage d'instruments permet d'obtenir des résultats plus robustes aux erreurs de spécification de la distribution.

Dans le probit bivarié récursif (équation 2.3), la nature endogène de la variable explicative y_{2i} dans la première équation ne modifie pas l'écriture de la vraisemblance du modèle probit bivarié standard (Greene, 1998 et 2003). Ceci est simplement dû au fait que la probabilité jointe (par exemple $\Pr(y_1 = 1, y_2 = 1)$) qui entre dans l'écriture d'un probit bivarié sans problème d'endogénéité (*i.e.* le modèle de l'équation 2.2 avec $\gamma_1 = 0$ et $\gamma_2 = 0$) est égal au produit des probabilités conditionnelle et marginale ($\Pr(y_1 = 1|y_2 = 1) * \Pr(y_2 = 1)$) qui composent la vraisemblance du modèle récursif dans lequel la variable y_{2i} est endogène (le modèle de l'équation 2.3).

Ainsi, dans le modèle probit bivarié récursif les probabilités des quatres cas possibles :

- être innovante et contrainte financièrement ($y_{1i} = 1, y_{2i} = 1$),
- être innovante et non contrainte financièrement ($y_{1i} = 1, y_{2i} = 0$),
- ne pas être innovante et rencontrer des contraintes financières ($y_{1i} = 0, y_{2i} = 1$),
- ne pas être innovante et ne pas rencontrer de contraintes financières ($y_{1i} = 0, y_{2i} = 0$),

sont simplement données par les valeurs de la fonction de répartition de la loi normale bivariée, comme c'est le cas dans un probit bivarié standard, sans problème d'endogénéité.

Ces probabilités sont ainsi :

$$\begin{aligned}\Pr(y_1 = 1, y_2 = 1) &= \Phi_2(x_1\beta_1 + \gamma_1, x_2\beta_2, \rho) \\ \Pr(y_1 = 1, y_2 = 0) &= \Phi_2(x_1\beta_1, -(x_2\beta_2), -\rho) \\ \Pr(y_1 = 0, y_2 = 1) &= \Phi_2(-(x_1\beta_1 + \gamma_1), x_2\beta_2, -\rho) \\ \Pr(y_1 = 0, y_2 = 0) &= \Phi_2(-(x_1\beta_1), -(x_2\beta_2), \rho)\end{aligned}$$

Le coefficient de corrélation des perturbations ρ permet de tenir compte de l'existence de facteurs non observés ou omis qui affectent simultanément la probabilité d'innover et celle de faire face à des contraintes financières. Si $\rho = 0$, alors y_{2i} n'est pas corrélé avec la perturbation ε_{1i} . Dans ce cas, les deux équations peuvent être estimées séparément comme des modèles probit univariés. En revanche, si $\rho \neq 0$, il est nécessaire de procéder à une estimation jointe des deux équations afin de tenir compte de l'endogénéité de y_{2i} .

Le calcul des effets marginaux dans le probit bivarié récursif est présenté dans Greene (1998). L'effet marginal total d'une variable explicative continue sur la propension à innover qui entrerait simultanément dans l'équation d'innovation et celle de contraintes financières se décompose en un effet direct via $\Pr(y_1|y_2, x_1)$ et d'un effet indirect via $\Pr(y_2|x_2)$. L'effet marginal d'une variable qualitative est donné par la différence des probabilités conditionnelles. Ainsi, l'effet marginal de la présence de contraintes financières sur la propension à entreprendre des projets innovants est :

$$\begin{aligned} \Pr(y_1 = 1|y_2 = 1, x_1, x_2) - \Pr(y_1 = 1|y_2 = 0, x_1, x_2) \\ = \frac{\Phi_2(x_1\beta_1 + \gamma_1, x_2\beta_2, \rho)}{\Phi(x_2\beta_2)} - \frac{\Phi_2(x_1\beta_1, x_2\beta_2, \rho)}{\Phi(x_2\beta_2)} \end{aligned}$$

Pour définir les variables explicatives x_{1i} de la décision d'entreprendre des projets innovants, nous avons cherché à adopter une spécification similaire à Crépon *et al.* (1998). Nous considérons ainsi les variables explicatives suivantes : la taille de la firme, sa part de marché, les indicateurs de poussée technologique et des indicatrices sectorielles auxquelles nous ajoutons la variable indicatrice de contraintes financières.

Les facteurs explicatifs des contraintes financières des entreprises sont essentiellement le risque associé aux investissements innovants et les problèmes d'asymétries d'information avec les bailleurs de fonds. Nous détaillons ci-dessous les variables explicatives introduites dans l'équation de contrainte financière et leurs effets attendus.

- La taille des entreprises est souvent utilisée comme indicateur de la sévérité des problèmes informationnels avec les apporteurs de capitaux externes. Les grandes

entreprises sont plus connues, il est aussi plus facile d'avoir des informations sur leur activité, sur leurs performances ou sur leurs dirigeants. Par conséquent, on s'attend à ce que la taille (mesurée par le logarithme du nombre d'employés) ait un impact négatif sur la probabilité de faire face à des contraintes financières.

- Les garanties (mesurées par le logarithme des actifs corporels) que l'entreprise est capable d'apporter sont un facteur qui permet de diminuer le risque associé à un prêt pour la banque. L'accès au financement externe peut ainsi se trouver facilité pour les entreprises présentant des actifs tangibles importants.

- La solidité des financements propres de l'entreprise est une indication positive quant à sa fiabilité financière et un taux d'endettement élevé peut apparaître comme une faiblesse de la structure de financement de l'entreprise. On s'attend donc à ce que ces deux ratios décrivant la structure de financement *ex ante* de la firme aient des effets opposés sur la probabilité de rencontrer des contraintes financières : un effet négatif pour les financements propres et un effet positif pour l'endettement.

- Enfin, nous tenons compte de l'existence possible de différences entre secteurs d'activité (en termes de risque par exemple) en introduisant des indicatrices sectorielles. Comme pour l'équation d'innovation, le secteur des équipements électriques et électroniques est pris comme référence.

4.2.2 Résultats des estimations

La probabilité d'entreprendre des projets innovants et celle de faire face à des contraintes financières ont été estimées *i)* séparément (colonne 1 du tableau 2.12) et *ii)* simultanément en permettant l'existence d'une corrélation entre les termes d'erreur des deux équations (colonne 2 du tableau 2.12).

Le premier résultat important est que nous obtenons un effet négatif fortement significatif des contraintes financières sur la probabilité d'entreprendre des projets innovants. L'estimation du modèle probit bivarié révèle une très forte corrélation entre les termes d'erreur des deux équations ($\rho = 0,574$). En tenant compte de l'endogénéité des contraintes financières, l'effet des contraintes financières sur l'innovation apparaît renforcé, alors que tous les autres coefficients estimés restent inchangés. La simultanéité et les éléments d'hétérogénéité inobservée qui affectent simultanément la décision d'innover et la probabilité de faire face à des contraintes

financières semblent donc jouer un rôle important et doivent être pris en compte dans la procédure d'estimation.

Comme nous ne disposons d'aucune information sur les projets innovants des entreprises, plusieurs variables qui pourraient expliquer simultanément la probabilité d'entreprendre effectivement les projets innovants et celle de faire face à des contraintes financières sont omises et peuvent être une source du biais du probit simple. Par exemple, avec nos données, il n'est pas possible de rendre compte des retombées anticipées des projets innovants ni de leur risque (les variables explicatives que nous utilisons sont propres aux firmes mais aucune ne se rapporte directement aux projets innovants de ces firmes). Le sens du biais induit sur le coefficient estimé de la variable de contraintes financières par l'omission de ces facteurs explicatifs pertinents est difficile à prévoir : il dépend des corrélations entre la variable de contraintes financières et la variable omise, entre les variables explicatives introduites et la variable de contraintes financières ainsi que de la corrélation entre les variables explicatives introduites et la variable omise.

Tableau 2.12. Innovation et contraintes financières (indicateur qualitatif)

	Probit simple			Probit bivarié		
	Coeff.		Ec. Type.	Coeff.		Ec. Type.
Propension à entreprendre des projets innovants						
Constante	-0,879	**	0,356	-0,292		0,388
Taille	0,283	***	0,058	0,232	***	0,060
Part de marché	0,698	**	0,295	0,643	***	0,240
TP4	1,343	***	0,249	1,210	***	0,238
TP3	0,871	***	0,203	0,766	***	0,188
TP2	0,431	**	0,197	0,363	**	0,179
Contraintes financières	-0,415	***	0,109	-1,290	***	0,269
Risque économique	-0,130		0,099	-0,127		0,094
Manque de personnels qualifiés	-0,070		0,100	-0,060		0,095
Coût trop élevé	-0,417	***	0,098	-0,381	***	0,095
Clause de sortie excessive	-0,268		0,259	-0,246		0,243
Manque de connaissance sources de fin.	0,356		0,220	0,315		0,192
DB	-0,444	**	0,219	-0,505	**	0,218
DC	-0,238		0,370	-0,335		0,443
DD	-0,331		0,306	-0,471	*	0,284
DE	-0,272		0,204	-0,357	*	0,190
DG	-0,548	**	0,238	-0,708	***	0,219
DH	-0,535	**	0,216	-0,628	***	0,208
DI	-0,417	*	0,233	-0,417	*	0,222
DJ	0,001		0,172	-0,028		0,163
DK	0,299		0,197	0,157		0,199
DM	0,019		0,239	0,000		0,226
DN	-0,307		0,223	-0,405	*	0,215
Probabilité de rencontrer des contraintes financières						
Constante	0,458		0,417	0,457		0,410
Taille	-0,150	*	0,081	-0,102		0,084
Collatéral	0,069		0,058	0,033		0,059
Ratio d'endettement bancaire	0,007		0,004	0,007	*	0,004
Financements propres	-0,007	*	0,004	-0,007	**	0,003
Taux de marge	-0,012	***	0,002	-0,012	***	0,002
DB	-0,321		0,199	-0,291		0,205
DC	-0,135		0,328	-0,097		0,327
DD	-0,753	**	0,312	-0,751	**	0,308
DE	-0,411	**	0,188	-0,359	*	0,187
DG	-0,778	***	0,218	-0,747	***	0,209
DH	-0,436	**	0,188	-0,423	**	0,187
DI	-0,142		0,205	-0,088		0,210
DJ	-0,139		0,141	-0,103		0,147
DK	-0,399	**	0,156	-0,358	**	0,161
DM	-0,139		0,192	-0,126		0,206
DN	-0,357	*	0,202	-0,327		0,206
Corrélation des perturbations : rho	-	-		0,574	***	0,170
Log vraisemblance						
Innovation			-488.827			
Contraintes			-599.235			
Bivariée						-1083.059
Nombre de firmes			1082			1082

Au regard des effets marginaux des différentes variables (tableau 2.13), les contraintes financières apparaissent comme un facteur d'entrave important de l'innovation : leur existence réduit de 22%, toutes choses égales par ailleurs, la probabilité qu'une entreprise s'engage effectivement dans des activités technologiquement innovantes.

Tableau 2.13. Effets marginaux (calculés au point moyen de l'échantillon)
sur la probabilité d'innover (probit bivarié)

	Direct	Indirect	Total	Ec. Type
Taille	0,0231	0,005	0,0281	0,0173
Part de marché	0,0640	-	0,0640	0,0434
Contraintes financières	-0,2336	-	0,2336	0,0282
Coût de l'innovation trop élevé	-0,0397	-	-0,0397	0,0256
Ratio d'endettement bancaire	-	-0,0003	-0,0003	0,0027
Financements propres	-	0,0003	0,0003	0,0001
Taux de marge	-	0,0006	0,0006	0,0001
Ici ne sont reportés que les effets marginaux des variables significatives du tableau 2.12				

Par ailleurs, nous trouvons, comme attendu, que la probabilité d'innover s'accroît avec l'intensité des opportunités technologiques de l'environnement de l'entreprise. En outre, les indicatrices sectorielles montrent des disparités significatives entre secteur concernant la probabilité d'entreprendre des projets innovants. Enfin, la taille de l'entreprise et sa part de marché ont un effet significatif sur la probabilité d'innover.

Cet effet significatif de la taille semble donc indiquer deux choses. D'une part, le coefficient estimé associé à la variable de taille variant très peu selon que l'on introduit ou non la variable de contraintes financières, nous pouvons en déduire que considérer la taille comme seule indicatrice des difficultés de financement ne permet pas de rendre suffisamment compte des contraintes financières rencontrées par les entreprises. D'autre part, les effets significatifs de la taille et de la variable de contraintes financières indiquent également que la taille ne semble pas contrôler seulement des difficultés d'accès au financement externe telles qu'elles sont captées par les déclarations des entreprises lors de l'enquête.

L'estimation de l'équation de contraintes financières donne également des résultats conformes à ceux qui étaient attendus. Les firmes caractérisées par un taux de marge élevé ont une probabilité plus faible de rencontrer des contraintes financières

pour leurs projets innovants. Les entreprises qui sont déjà fortement endettées ont une probabilité plus grande de faire face à des problèmes de financement que celles qui présentent une structure de financement plus solide. Enfin, les indicatrices sectorielles soulignent des différences selon les secteurs qui peuvent s'interpréter comme des différences du risque lié au secteur d'activité de l'entreprise.

Ces estimations ne montrent pas d'effet significatif de la taille de l'entreprise ou de l'importance de ses garanties tangibles sur la probabilité qu'elle soit confrontée à des difficultés de financement pour ses projets innovants. Afin de vérifier que la non significativité de ces deux variables n'est pas due à une forte corrélation entre elles, nous avons estimé le modèle sans introduire la variable de collatéral (tableau 2.14, colonne 1), mais nous n'obtenons pas d'effet significatif de la taille.

Tableau 2.14. Spécifications alternatives avec la taille et le collatéral (Probit bivarié)

	Coeff.	Ec. Type.	Coeff.	Ec. Type.
Propension à entreprendre des projets innovants				
Constante	-0,278	0,386	0,804 ***	0,222
Taille	0,231 ***	0,060	-	-
Part de marché	0,636 ***	0,240	1,320 ***	0,181
TP4	1,201 ***	0,237	1,176 ***	0,223
TP3	0,760 ***	0,187	0,732 ***	0,173
TP2	0,358 **	0,179	0,339 **	0,165
Contraintes financières	-1,306 ***	0,263	-1,473 ***	0,216
Risque économique	-0,125	0,093	-0,082	0,087
Manque de personnels qualifiés	-0,059	0,094	-0,061	0,089
Coût trop élevé	-0,379 ***	0,094	-0,349 ***	0,088
Clause de sortie excessive	-0,247	0,242	-0,296	0,231
Manque de connaissance sources de fin.	0,314	0,191	0,313	0,186
Probabilité de rencontrer des contraintes financières				
Constante	0,527	0,386	0,707 *	0,372
Taille	-0,061	0,040	-0,099 ***	0,038
Collatéral	-	-	-	-
Ratio d'endettement bancaire	0,007 *	0,004	0,006 *	0,004
Financements propres	-0,006 *	0,003	-0,006 *	0,003
Taux de marge	-0,012 ***	0,002	-0,011 ***	0,002
Corrélation des perturbations : rho	0,584 ***	0,166	0,697 ***	0,136
Log vraisemblance				
Bivariate		-1083.241		-1091.639
Note : Estimé avec 12 indicatrices sectorielles dans chaque équation.				

Les entreprises de taille moyenne sont-elles plus affectées par les problèmes de financement ?

Jusqu'à présent la taille des entreprises a été mesurée par une variable continue (le logarithme du nombre d'employés), alors qu'il est possible que l'effet de la taille soit non log-linéaire. Par exemple, Passet et Du Tertre (2005) avancent que l'existence de contraintes financières serait surtout pertinente pour les entreprises de taille moyenne. Ils soulignent que les soutiens publics d'aide au financement de l'innovation sont essentiellement orientés vers les petites et vers les grandes entreprises, alors que celles de taille moyenne sont relativement négligées. En effet, les grandes entreprises bénéficient des financements de l'Etat importants destinés aux activités militaires, ou des grands programmes de recherche de l'Union Européenne. Les petites entreprises peuvent s'appuyer sur des financements qui leur sont spécifiquement destinés comme les avances remboursables de l'ANVAR. Si elles sont jeunes, elles peuvent également bénéficier d'un statut fiscal avantageux (le statut Jeune Entreprise Innovante).

Pour vérifier cet effet possible spécifique à une classe de taille, nous définissons trois classes de taille :

- les petites entreprises (avec des effectifs inférieurs à 100)
- les entreprises de taille moyenne (avec des effectifs compris entre 100 et 500)
- les grandes entreprises (avec des effectifs supérieurs à 500)

Les petites entreprises sont prises comme référence. Les résultats sont similaires à ceux obtenus avec la mesure continue de la taille : la taille ne semble pas affecter la probabilité que les entreprises rencontrent des contraintes financières pour leurs projets innovants¹⁴. Toutefois, comme l'enquête FIT ne couvre pas les entreprises de moins de 20 salariés, il est possible que la non significativité de la taille s'explique par l'absence des entreprises les plus petites au sein de notre échantillon.

¹⁴Nous avons également considéré le chiffre d'affaires de l'entreprise comme mesure de la taille et les résultats obtenus sont similaires.

Tableau 2.15. Mesure catégorielle de la taille (Probit bivarié)

	Coeff.	Ec. Type	Coeff.	Ec. Type
Propension à entreprendre des projets innovants				
Constante	0,593 **	0,251	0,585 **	0,252
Grande	0,590 ***	0,218	0,588 ***	0,218
Moyenne	0,320 ***	0,105	0,320 ***	0,105
Part de marché	0,769 ***	0,248	0,780 ***	0,248
TP4	1,213 ***	0,236	1,220 ***	0,237
TP3	0,760 ***	0,187	0,765 ***	0,187
TP2	0,356 *	0,177	0,359 **	0,177
Contraintes financières	-1,339 ***	0,257	-1,326 ***	0,260
Risque économique	-0,102	0,092	-0,102	0,092
Manque de personnels qualifiés	-0,058	0,093	-0,059	0,094
Coût trop élevé	-0,381 ***	0,094	-0,383 ***	0,094
Clause de sortie excessive	-0,242	0,238	-0,242	0,239
Manque de connaissance sources de	0,275	0,189	0,275	0,189
Probabilité de rencontrer des contraintes financières				
Constante	0,381	0,472	0,252	0,317
Grande	-0,104	0,208	-0,167	0,132
Moyenne	-0,030	0,125	-0,062	0,096
collatéral	-0,018	0,045	—	—
Ratio d'endettement bancaire	0,007 *	0,004	0,007 *	0,004
Financements propres	-0,006 *	0,003	-0,006 *	0,003
Taux de marge	-0,012 ***	0,002	-0,012 ***	0,002
Corrélation des perturbations : rho	0,608 ***	0,161	0,600 ***	0,164
Log vraisemblance	-1085,500			-1080,600
Nombre de firmes	1082			1082

Rôle du groupe et collatéral

Il est difficile d'avoir une mesure satisfaisante des garanties tangibles des entreprises. Ici, nous avons défini le collatéral comme le logarithme du montant des actifs corporels inscrits au bilan de la firme. Cependant, les actifs corporels d'une entreprise innovante peuvent lui être spécifiques et ne pas constituer des garanties suffisantes pour les banques. Nous explorons ici une mesure alternative de la capacité des firmes à garantir les prêts qu'elles demandent aux banques : une variable indicatrice indiquant si l'entreprise est indépendante ou fait partie d'un groupe. En effet, la tête de groupe peut se porter garante pour les prêts contractés par sa filiale. Ainsi, du point de vue des banquiers, les entreprises appartenant à un groupe peuvent être vues comme moins risquées que les entreprises indépendantes. Un autre argument pour prendre l'appartenance à un groupe en considération est l'existence

de financements internes au groupe (Kremp et Sevestre, 2000). Cette source de financement interne peut éviter de recourir aux financements externes plus coûteux et de ce fait, réduire la probabilité de rencontrer des contraintes financières.

Nous introduisons donc une variable indicatrice identifiant si l'entreprise appartient à un groupe. Nous avons également fait d'autres tests en considérant les variables croisées (taille*groupe) ou (collatéral*groupe) afin de permettre des effets différents des variables de taille et de collatéral pour les entreprises appartenant à un groupe sur la probabilité de rencontrer des contraintes financières. Cependant nous ne trouvons pas d'effet significatif de l'appartenance à un groupe sur la probabilité de rencontrer des contraintes financières (tableau 2.16 ci-dessous). Ceci peut probablement s'expliquer par le fait que l'indicateur utilisé pour rendre compte de l'effet de l'appartenance à un groupe est trop fruste. Il serait en effet nécessaire de disposer d'informations plus précises sur la structure du groupe.

Tableau 2.16. Rôle du groupe et collatéral (Probit bivarié)

	Coeff.	Ec.	Type	Coeff.	Ec.	Type	Coeff.	Ec.	Type	Coeff.	Ec.	Type
Propension à entreprendre des projets innovants												
Constante	0,717	***	0,214	-0,687	*	0,357	0,726	***	0,213	0,718	***	0,214
Taille	-	-	-	0,303	***	0,051	-	-	-	-	-	-
Taille*groupe	-	-	-	0,096		0,064	-	-	-	-	-	-
Part de marché	1,313	***	0,179	1,314	***	0,179	1,317	***	0,178	1,312	***	0,179
TP4	1,205	***	0,223	1,230	***	0,239	1,195	***	0,222	1,204	***	0,223
TP3	0,750	***	0,173	0,778	***	0,190	0,742	***	0,172	0,750	***	0,173
TP2	0,372	**	0,165	0,398	**	0,182	0,366	**	0,164	0,371	**	0,165
Contraintes financières	-1,411	***	0,222	-1,222	***	0,264	-1,420	***	0,217	-1,413	***	0,221
Probabilité de rencontrer des contraintes financières												
Constante	0,654	**	0,280	0,505	*	0,292	0,758	**	0,324	0,646	**	0,277
Taille	-0,113	***	0,040	-0,078	*	0,042	-	-	-	-0,111	***	0,039
Taille*groupe	-0,005		0,034	0,009		0,034	-	-	-	-	-	-
collatéral	-	-	-	-	-	-	-0,077	***	0,029	-	-	-
collatéral*groupe	-	-	-	-	-	-	-0,007		0,021	-	-	-
groupe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,068		0,216
Ratio d'endettement bancaire	0,006	**	0,003	0,006	**	0,003	0,005	*	0,003	0,006	**	0,003
Financements propres	-0,011	***	0,003	-0,012	***	0,003	-0,012	***	0,003	-0,011	***	0,003
Taux de marge	-0,010	***	0,002	-0,010	***	0,002	-0,009	***	0,002	-0,010	***	0,002
Corrélation des perturbations :	0,667	***	0,144	0,542	***	0,170	0,672	***	0,139	0,669	***	0,143
Log vraisemblance	-1086.354			-1079.179			-1090.528			-1086.312		
Nombre de firmes	1082			1082			1082			1082		

En conclusion, l'usage de l'indicateur direct de la présence de contraintes financières permet de confirmer ce que semblaient déjà indiquer les variables utilisées dans la section précédente : les entreprises souhaitant innover rencontrent des contraintes financières qui diminuent significativement leur probabilité de s'engager effectivement dans des activités innovantes.

Dans la section suivante nous menons divers tests afin de vérifier la robustesse de ces résultats.

5 Tests de robustesse

Dans cette section, nous menons deux tests de robustesse. Le premier consiste à effectuer l'estimation du modèle probit bivarié sur l'ensemble de l'échantillon, en intégrant les entreprises n'ayant pas envisagé de réaliser des projets innovants. Le second test de robustesse consiste à estimer la spécification récursive alternative à celle précédemment envisagée, en considérant le cas où l'équation de contraintes financières dépend de la variable d'innovation et l'équation d'innovation ne comporte pas la variable de contraintes financières.

5.1 Définition de l'échantillon : estimation sur l'échantillon complet

Toutes les estimations présentées précédemment ont été effectuées sur le sous-échantillon composé des seules entreprises potentiellement innovantes. À présent, nous examinons si les résultats sont modifiés en considérant l'ensemble de l'échantillon (autrement dit, en incluant également les entreprises qui n'ont pas engagé de projets innovants et qui ont déclaré ne pas avoir rencontré d'obstacles à l'innovation¹⁵). Les résultats sont présentés dans le tableau 2.17.

Avec le probit bivarié, les principales conclusions sont similaires à celles formulées précédemment. En particulier, la présence de contraintes financières affecte significativement la probabilité que les entreprises s'engagent dans des activités innovantes. Ce résultat apparaît lorsque l'on tient compte de la forte corrélation entre

¹⁵Il s'agit des entreprises que nous avons défini comme étant de type 5 (cf. la typologie de l'échantillon présentée dans la section 3 de ce chapitre).

les perturbations des deux équations ($\rho = 0,604$).

En ignorant ce problème d'endogénéité de la variable de contraintes financières dans l'équation d'innovation, on obtiendrait un coefficient estimé associé fortement biaisé et qui conduirait à une conclusion inattendue et incohérente avec les enseignements de la littérature théorique : un effet positif et significatif de la présence de contraintes financières sur la probabilité d'entreprendre des projets innovants. L'estimation sur l'échantillon complet confirme ainsi que la présence de contraintes financières est endogène à la décision de s'engager dans des activités innovantes, et qu'il est crucial d'en tenir compte.

Des résultats similaires apparaissent pour les autres variables représentant les obstacles à l'innovation. Les coefficients estimés qui leur sont associés sont presque tous significatifs et positifs dans le probit simple estimé sur l'échantillon complet. Ce problème de corrélation positive entre l'innovation et les obstacles est connu pour se poser systématiquement avec les enquêtes sur l'innovation, et c'est la raison pour laquelle ces informations sur les obstacles à l'innovation ne sont généralement pas introduites dans les estimations de la propension à innover. Nous défendons ici l'idée que ceci s'explique par des problèmes d'endogénéité des obstacles avec la décision d'innover et par le ciblage insatisfaisant des entreprises enquêtées à qui sont posées les questions sur les obstacles à l'innovation.

En effet, le même problème de simultanéité avec la décision d'engager des activités innovantes se pose pour tous les obstacles à l'innovation. Les résultats obtenus en tenant compte de l'endogénéité de la contrainte financière indiquent qu'il faudrait, de la même façon, estimer les probabilités de rencontrer chaque obstacle simultanément avec celle d'innover. Ceci n'est pas envisageable car nous n'avons pas d'information sur les projets en eux-mêmes ou sur le personnel de l'entreprise qui nous permettent de construire des variables explicatives pertinentes, par exemple, de la probabilité que le coût de l'innovation soit trop élevé pour l'entreprise ou de celle qu'elle n'ait pas suffisamment de personnels qualifiés.

L'ampleur de la différence entre le coefficient de la variable de contraintes financières selon qu'il est estimé avec le probit simple ou avec le probit bivarié est de même ordre dans l'échantillon restreint aux seules firmes potentiellement innovantes que dans l'échantillon complet.

Tableau 2.17. Estimation sur l'échantillon complet

	Probit simple		Probit bivarié	
	Coeff.	Ec. Type	Coeff.	Ec. Type
Propension à entreprendre des projets innovants				
Constante	-2,731 ***	0,225	-2,408 ***	0,290
Taille	0,304 ***	0,034	0,293 ***	0,034
Part de marché	0,025	0,063	0,022	0,058
TP4	1,646 ***	0,165	1,572 ***	0,180
TP3	1,086 ***	0,132	1,030 ***	0,142
TP2	0,684 ***	0,128	0,647 ***	0,133
Contraintes financières	0,127	0,105	-0,653 **	0,311
Risque économique	0,649 ***	0,090	0,610 ***	0,090
Manque de personnels qualifiés	0,571 ***	0,093	0,541 ***	0,092
Coût trop élevé	0,358 ***	0,089	0,340 ***	0,086
Clause de sortie excessive	-1,117 ***	0,265	-1,056 ***	0,244
Manque de connaissance sources de fin.	0,370 *	0,221	0,334	0,212
DB	-0,381 **	0,157	-0,481 ***	0,153
DC	-0,230	0,236	-0,349	0,231
DD	-0,216	0,220	-0,357	0,225
DE	-0,419 ***	0,143	-0,522 ***	0,143
DG	-0,230	0,168	-0,360 **	0,175
DH	-0,292 *	0,158	-0,375 **	0,159
DI	-0,279	0,180	-0,323 *	0,182
DJ	-0,196	0,122	-0,268 **	0,123
DK	0,289 **	0,141	0,204	0,150
DM	0,037	0,173	0,000	0,171
DN	-0,228	0,169	-0,324 *	0,178
Probabilité de rencontrer des contraintes financières				
Constante	-0,868 ***	0,243	-0,814 ***	0,241
Taille	-0,054	0,067	-0,013	0,073
Collatéral	0,067	0,047	0,035	0,050
Ratio d'endettement bancaire	0,010 ***	0,002	0,010 ***	0,002
Financements propres	-0,003 **	0,001	-0,003 ***	0,001
Taux de marge	-0,007 ***	0,002	-0,008 ***	0,002
DB	-0,574 ***	0,162	-0,552 ***	0,164
DC	-0,452 *	0,264	-0,442 *	0,249
DD	-0,876 ***	0,256	-0,884 **	0,266
DE	-0,643 ***	0,153	-0,619 ***	0,157
DG	-0,726 ***	0,194	-0,699 ***	0,192
DH	-0,484 ***	0,165	-0,447 ***	0,166
DI	-0,286	0,175	-0,247	0,179
DJ	-0,430 ***	0,119	-0,403 ***	0,123
DK	-0,339 **	0,140	-0,313 **	0,144
DM	-0,194	0,170	-0,196	0,181
DN	-0,449 ***	0,173	-0,416 **	0,175
Corrélation des perturbations : rho	-	-	0,448 ***	0,171
Log vraisemblance				
Innovation		-965,4		
Contraintes		-803,7		
Bivariée				-1766
Nombre de firmes		1940		1940

Le biais induit par l'endogénéité de l'obstacle financier à l'innovation semble donc identique dans l'échantillon total et le sous-échantillon des entreprises potentiellement innovantes. L'introduction des firmes de type 5 dans l'échantillon conduit à modifier la structure de l'échantillon de telle façon que la simple corrélation entre innovation et contraintes financières apparaît positive. De même pour tous les autres obstacles, les corrélations simples avec l'innovation sont négatives sur l'échantillon des entreprises potentiellement innovantes alors qu'elles sont positives dans l'échantillon complet.

Ceci s'explique par le fait que les entreprises de types 5 sont toutes caractérisées par un caractère non innovant et par l'absence de contrainte à l'innovation (alors qu'en théorie, les entreprises qui ne rencontrent pas d'obstacle à l'innovation devraient avoir une plus forte propension à engager des activités innovantes). Ces entreprises de type 5 représentant une forte proportion de l'échantillon total (44%), leur introduction inverse alors le signe de la corrélation entre propension à innover et la présence d'obstacles à l'innovation.

Ces entreprises qui n'ont pas innové malgré l'absence d'obstacle à l'innovation peuvent être considérées comme n'ayant pas souhaité ou projeté de le faire. La question des obstacles à l'innovation n'est donc pas pertinente pour elles. Par conséquent, afin d'améliorer la cohérence des réponses des entreprises aux questions sur les obstacles avec leur volonté d'innover, nous suggérons qu'il serait souhaitable de ne poser ces questions qu'aux seules entreprises ayant eu des projets innovants et non à l'ensemble des entreprises enquêtées. En d'autres termes, les entreprises visées par cette question devraient être celles que nous avons défini dans la thèse comme étant potentiellement innovantes (*i.e.*, qui ont effectivement innové, qui ont des projets toujours en cours, des projets qui ont été des échecs ou des projets non démarrés).

5.2 L'autre modèle récursif

Pour estimer le modèle qualitatif simultané défini par l'équation 2.2, nous avons imposé la contrainte $\gamma_2 = 0$ afin d'obtenir un modèle récursif qui vérifie la condition de cohérence (*coherency condition*). Cependant ce choix est arbitraire et nous envisageons à présent le modèle triangulaire que donne l'équation 2.2 lorsque l'on impose la condition $\gamma_1 = 0$:

$$\begin{cases} y_{1i}^* = x_{1i}\beta_1 + \varepsilon_{1i} \\ y_{2i}^* = x_{2i}\beta_2 + \gamma_2 y_{1i} + \varepsilon_{2i} \end{cases} \quad (2.4)$$

Dans ce modèle, on s'attend à ce que le fait d'être engagé dans des activités innovantes renforce la probabilité de faire face à des problèmes de financement ($\gamma_2 \geq 0$) : les entreprises engagées dans des activités innovantes sont susceptibles de présenter une forte proportion d'actifs intangibles et de connaître une plus grande incertitude quant à leurs performances futures. Les résultats de l'estimation sont présentés dans les tableaux 2.18.a et 2.18.b ci-après.

En tenant compte de l'endogénéité de la variable d'innovation (deuxième colonne du tableau 2.18.a), cette variable apparaît bien associée à un effet positif sur la probabilité que les firmes potentiellement innovantes rencontrent des contraintes financières, mais celui-ci est non significatif. Avec cette spécification, l'effet de la taille sur la probabilité de rencontrer des contraintes financières est significatif : les entreprises de grande taille ont une probabilité plus faible de rencontrer des difficultés pour financer leurs projets innovants. Pour les autres variables, les effets obtenus sont similaires à ceux mis en évidence dans l'autre spécification récursive : un taux de marge élevé et des fonds propres importants diminuent la probabilité de rencontrer des contraintes financières. Dans l'équation d'innovation, la différence principale avec l'autre spécification récursive est la non significativité de la part de marché. Comme précédemment, la taille a un effet positif sur la probabilité d'innover et l'effet des indicateurs d'opportunités technologiques est croissant avec leur intensité.

L'estimation de l'équation de contraintes financières sur l'échantillon complet (tableau 2.18.b) conduit à un coefficient estimé associé à la variable d'innovation plus élevé (et significatif). Comme précédemment, le biais dû à la corrélation des perturbations semble du même ordre de grandeur (environ 0,8) dans l'échantillon total et dans le sous-échantillon des firmes potentiellement innovantes. Entre les estimations du tableau 2.18.a et celles du tableau 2.18.b, le renforcement de l'effet positif de la variable d'innovation sur la probabilité de rencontrer des contraintes financières est alors dû à l'inclusion des firmes de type 5 qui n'ont pas rencontré de contraintes financières et n'ont pas entrepris de projets innovants.

Tableau 2.18a. L'autre spécification récursive (échantillon des innovantes potentielles)

	Probit simple		Probit bivarié	
	Coeff.	Ec. Type.	Coeff.	Ec. Type.
Propension à entreprendre des projets innovants				
Constante	-1,222 ***	0,342	-1,358 ***	0,333
Taille	0,274 ***	0,056	0,280 ***	0,054
Part de marché	0,758 **	0,299	0,674 ***	0,238
TP4	1,198 ***	0,239	1,298 ***	0,234
TP3	0,813 ***	0,196	0,859 ***	0,188
TP2	0,390 **	0,191	0,443 **	0,182
DB	-0,401 *	0,211	-0,343	0,209
DC	-0,184	0,347	-0,074	0,384
DD	-0,202	0,301	-0,128	0,305
DE	-0,228	0,199	-0,169	0,196
DG	-0,451 *	0,231	-0,352	0,227
DH	-0,497 **	0,211	-0,417 *	0,220
DI	-0,458 **	0,228	-0,375	0,229
DJ	-0,020	0,167	0,048	0,168
DK	0,316	0,192	0,377 *	0,196
DM	0,035	0,235	0,052	0,243
DN	-0,326	0,217	-0,236	0,221
Probabilité de rencontrer des contraintes financières				
Constante	0,538	0,419	0,337	0,397
Innovation	-0,402 ***	0,101	0,394	0,325
Taille	-0,140 *	0,082	-0,206 **	0,086
Collatéral	0,091	0,058	0,076	0,059
Ratio d'endettement bancaire	0,006	0,004	0,005	0,004
Financements propres	-0,007 *	0,004	-0,007 **	0,003
Taux de marge	-0,011 ***	0,002	-0,011 ***	0,002
DB	-0,421 **	0,202	-0,225	0,218
DC	-0,234	0,335	-0,061	0,312
DD	-0,827 ***	0,314	-0,625 *	0,323
DE	-0,485 **	0,190	-0,351 *	0,196
DG	-0,838 ***	0,219	-0,714 ***	0,223
DH	-0,513 ***	0,189	-0,361 *	0,200
DI	-0,255	0,209	-0,061	0,220
DJ	-0,181	0,142	-0,109	0,146
DK	-0,397 **	0,157	-0,406 ***	0,158
DM	-0,165	0,192	-0,109	0,200
DN	-0,435 **	0,204	-0,274	0,215
Corrélation des perturbations : rho	-	-	-0,487 ***	0,189
Log vraisemblance				
Innovation		-516,2		
Contraintes		-591,3		
Bivariée				-1105,00
Nombre de firmes		1082		1082

Tableau 2.18.b. L'autre spécification réursive (échantillon complet)

	Probit simple		Probit bivarié	
	Coeff.	Ec. Type.	Coeff.	Ec. Type
Propension à entreprendre des projets innovants				
Constante	-2,511 ***	0,211	-2,517 ***	0,211
Taille	0,322 ***	0,032	0,319 ***	0,032
Part de marché	-0,009	0,062	-0,019	0,064
TP4	1,763 ***	0,155	1,779 ***	0,155
TP3	1,246 ***	0,122	1,243 ***	0,120
TP2	0,819 ***	0,119	0,830 ***	0,116
DB	-0,506 ***	0,150	-0,498 ***	0,151
DC	-0,457 **	0,232	-0,479 **	0,218
DD	-0,356 *	0,211	-0,318	0,212
DE	-0,538 ***	0,135	-0,513 ***	0,135
DG	-0,265 *	0,159	-0,234	0,163
DH	-0,230	0,149	-0,211	0,152
DI	-0,258	0,168	-0,236	0,174
DJ	-0,303 ***	0,115	-0,285 **	0,118
DK	0,239 *	0,133	0,254 *	0,138
DM	-0,049	0,164	-0,031	0,167
DN	-0,206	0,160	-0,190	0,169
Probabilité de rencontrer des contraintes financières				
Constante	-0,857 ***	0,249	-0,791 ***	0,239
Innovation	0,676 ***	0,079	1,489 ***	0,183
Taille	-0,096	0,069	-0,184 **	0,072
Collatéral	0,038	0,049	0,027	0,049
Ratio d'endettement bancaire	0,011 ***	0,002	0,010 ***	0,002
Financements propres	-0,003 **	0,001	-0,003 ***	0,001
Taux de marge	-0,008 ***	0,002	-0,008 ***	0,002
DB	-0,362 **	0,167	-0,064	0,179
DC	-0,211	0,267	0,117	0,245
DD	-0,725 ***	0,266	-0,395	0,274
DE	-0,457 ***	0,160	-0,162	0,176
DG	-0,639 **	0,200	-0,460 **	0,192
DH	-0,370	0,169	-0,192	0,170
DI	-0,104 **	0,180	0,110	0,181
DJ	-0,289 **	0,124	-0,079	0,135
DK	-0,344	0,143	-0,329 **	0,140
DM	-0,147	0,175	-0,060	0,184
DN	-0,305	0,177	-0,111	0,173
Corrélation des perturbations : rho	-	-	-0,556 ***	0,116
Log vraisemblance				
Innovation	-1080,534			
Contraintes	-765,927			
Bivariée			-1838,2	
Nombre de firmes	1940		1940	

6 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons évalué l'impact des contraintes financières sur la propension des entreprises à entreprendre des projets technologiquement innovants.

Dans un premier temps, la présence potentielle de contraintes financières a été prise en compte en introduisant des mesures de la richesse de l'entreprise (taux de marge, profits passés) comme déterminants possibles de la propension à innover. Les estimations révèlent alors un effet positif et significatif de ces variables qui semble indiquer que les entreprises rencontrent des contraintes financières qui diminuent leur probabilité d'entreprendre des projets innovants.

Puis, nous avons exploité un indicateur direct de la présence de contraintes financières fourni par les entreprises et qui n'est pas soumis aux problèmes d'interprétation que posent les variables habituellement utilisées pour mettre en évidence l'effet des contraintes financières sur l'investissement. En tenant compte de l'endogénéité de cette mesure de la présence de contraintes financières, nous trouvons que les entreprises souhaitant innover rencontrent des contraintes financières, qui toutes choses égales par ailleurs, diminuent leur probabilité de le faire effectivement de 22%.

Enfin, nous menons deux tests de robustesse qui consistent à modifier l'échantillon d'estimation et à examiner l'autre spécification récursive de l'estimation simultanée de la présence de contraintes financières et de la propension à innover. Ces tests mettent en évidence que le lien entre innovation et contraintes financières tel qu'il peut être établi à partir de nos données est susceptible d'être affecté par deux type de biais.

Le premier type de biais s'explique par la présence d'hétérogénéité inobservée et la simultanéité de la décision d'innover et de son financement. L'estimation simultanée de la probabilité d'innover et de celle de faire face à des contraintes financières permet de traiter ce problème d'endogénéité en tenant compte de la corrélation des termes d'erreurs associés à ces deux équations.

Le deuxième type de biais potentiel résulte d'un problème de sélection des entreprises interrogées sur les obstacles à l'innovation dans l'enquête. Les questions sur les obstacles à l'innovation sont posées à toutes les entreprises enquêtées, y compris à celles qui n'ont pas eu de projets innovants. Ainsi, les entreprises qui n'ont pas eu de projets innovants et qui de ce fait n'ont pas rencontré d'obstacles à l'innovation

biaisent les résultats si elles sont introduites dans les échantillons d'estimation.

Par conséquent, ces résultats suggèrent d'approfondir l'étude du lien entre innovation et contraintes financières en s'intéressant aux liens de causalité entre les décisions d'innovation et de financement. Dans le cas présent, ceci indique plus particulièrement la nécessité de développer l'étude des conditions de cohérence du modèle qualitatif à équations simultanées. Généralement, l'incohérence du probit bivarié lorsqu'il n'est pas écrit sous forme récursive se caractérise par le fait que les quatre probabilités $\Pr(y_1 = 1, y_2 = 1)$, $\Pr(y_1 = 1, y_2 = 0)$, $\Pr(y_1 = 0, y_2 = 1)$ et $\Pr(y_1 = 0, y_2 = 0)$ ne sont pas mutuellement exclusives : il y a des zones de recouvrement et/ou de non couverture du domaine $(x_{1i}\beta_1 + \gamma_1 y_{2i} + \varepsilon_{1i}, x_{2i}\beta_2 + \gamma_2 y_{1i} + \varepsilon_{2i})$ (Hajivassiliou, 2006). Ici, d'un point de vue théorique, les coefficients attendus associés à chaque variable endogène sont de signes opposés : la présence de contraintes financières diminue la probabilité d'innover alors que le fait d'être engagé dans des activités innovantes peut créer des contraintes financières, par exemple, à cause de l'importance des investissements immatériels ou de la spécificité des actifs tangibles de l'entreprise innovante. Dans ce cas particulier où $\gamma_1 < 0$ et $\gamma_2 > 0$, le problème d'incohérence du probit simultané provient de la non exhaustivité de la couverture du domaine $(x_{1i}\beta_1 + \gamma_1 y_{2i} + \varepsilon_{1i}, x_{2i}\beta_2 + \gamma_2 y_{1i} + \varepsilon_{2i})$ par les quatre probabilités. Hajivassiliou (2006) propose alors d'obtenir un modèle cohérent, sans imposer la récursivité, en conditionnant la vraisemblance du modèle afin d'exclure la zone non couverte par les quatre probabilités. Aussi, dans un travail futur sur l'étude des liens de causalité entre innovation et présence de contraintes financières, il est prévu d'exploiter ces différences de signes des coefficients γ_1 et γ_2 pour estimer simultanément les probabilités d'innover et de rencontrer des contraintes financières sans imposer la récursivité du modèle qualitatif simultané.

Enfin, cette question mériterait d'être traitée dans une perspective dynamique, ce qui ne peut être fait avec les données françaises des enquêtes communautaires mais qui pourrait peut-être être envisagé avec des données d'autres pays qui auraient interrogé les entreprises sur les obstacles à l'innovation dans plusieurs enquêtes communautaires successives.

7 Annexes

7.1 Annexe A : L'enquête FIT (Sessi)

L'enquête sur le financement de l'innovation technologique, réalisée par le Sessi, a interrogé les entreprises industrielles sur les modes de financement de leurs projets innovants durant la période 1997-1999. Les entreprises technologiquement innovantes sont également enquêtées sur les risques financiers et stratégiques (fuite des savoirs) associés aux projets technologiquement innovants. Enfin, des questions sur les obstacles rencontrés dans la mise en œuvre des projets, en particulier sur les obstacles financiers, sont posées à l'ensemble des entreprises enquêtées, qu'elles aient engagé des projets innovants ou non. L'enquête FIT fournit ainsi des informations précieuses sur le financement de l'innovation au sein des entreprises industrielles établies.

L'identification des entreprises innovantes dans l'enquête FIT

La procédure d'identification des entreprises ayant eu des activités innovantes dans l'enquête FIT est identique à celle des enquêtes communautaires. L'information sur l'innovation dans les entreprises est de nature qualitative. Elle est basée sur le concept d'innovation technologique défini par le manuel d'Oslo (1997) de l'OCDE et est obtenue via les réponses faites par les entreprises aux questionnaires des enquêtes.

Dans l'enquête FIT, l'identification des firmes innovantes se fait par le biais de leurs réponses aux trois questions-types suivantes :

[entre 1997 et 1999]

- *Votre entreprise a-t-elle introduit sur le marché des produits technologiquement nouveaux (ou technologiquement améliorés) pour votre entreprise ?*
- *Votre entreprise a-t-elle introduit des procédés technologiquement nouveaux (ou technologiquement améliorés) pour votre entreprise ?*
- *Votre entreprise a-t-elle eu des projets de produits ou de procédés technologiquement nouveaux ou améliorés pour votre entreprise ?*
 - *qui sont en cours de développement ou de mise sur le marché*
 - *qui ont été des échecs*

Une entreprise est alors définie comme **effectivement** innovante dès lors qu'elle répond positivement à l'une ou à l'autre des deux premières questions. Il faut remarquer que pour être considérée comme innovante, la firme doit introduire un produit

ou un procédé nouveau **pour elle-même**. Une mesure plus restrictive de l'innovation peut également être obtenue en identifiant les firmes qui ont introduit des produits nouveaux **pour le marché**.

L'ensemble des **firmes engagées dans des activités innovantes** et qui peuvent donc être considérées comme **potentiellement innovantes** sont celles qui ont répondu positivement à l'une des trois questions, *i.e.* elles ont effectivement innové ou elles ont développé des projets de produits ou de procédés technologiquement nouveaux ou améliorés qui ont pu être des échecs.

Après ces questions servant de filtre, les entreprises engagées dans des activités innovantes sont interrogées sur le financement de leurs projets innovants puis dans la dernière partie du questionnaire l'ensemble des entreprises enquêtées sont interrogées sur les obstacles à l'innovation.

Les limites de l'enquête FIT

Les entreprises enquêtées se situent dans l'industrie manufacturière et comptent 20 salariés et plus. De ce fait, les *start-up* et entreprises en création ne sont pas dans le champ de l'enquête. Aussi, le rôle du capital-risque dans le financement de l'innovation ne peut pas être pris en compte à partir de cette enquête.

La base de données de l'enquête FIT est composée de 3710 entreprises (tableau 2.A.1). La composition de l'échantillon en termes de secteurs et de de taille des entreprises est équivalente à celle des enquêtes communautaires (cf tableau 1.A.1 du chapitre précédent).

Tableau 2.A1. Composition de la base de données FIT

	Nbre de firmes	% du total	Répartition des firmes par taille* (nombre d'employés)			Innovantes*
			entre 20 et 100	entre 100 et 499	500 et plus	
Biens de consommations	826	22,26	11,89	7,36	3,02	6,58
Automobiles	129	3,48	1,11	1,24	1,13	1,75
Biens d'équipements	881	23,75	12,45	7,95	3,34	11,70
Biens intermédiaires	1866	50,30	26,09	18,03	6,17	18,46
(secteur non renseigné)	(8)	0,22	0,22			
Total	3710	100,00	51,54	34,58	13,67	38,49

* % du total de l'échantillon, il s'agit des données brutes, non redressées.

Source : FIT (SESSI)

Le taux de réponse global à cette enquête est de 70% et il est considéré comme satisfaisant (Lhomme, 2002). Il est plus faible pour les grandes entreprises (59%). Concernant la qualité des données, Lhomme (2002) souligne que «*l'échantillon de l'enquête FIT est de bonne qualité pour les entreprises dont l'innovation est la caractéristique principale. Il l'est moins pour celles dont l'innovation reste ponctuelle et marginale*». Autrement dit, les réponses à cette enquête non obligatoire (contrairement aux enquêtes communautaires qui sont obligatoires) semblent assez fiables pour les entreprises régulièrement engagées dans des activités d'innovation (et identifiées comme telles via les enquêtes obligatoires CIS et R&D). Elles sont en revanche de moins bonne qualité pour les firmes ayant occasionnellement des projets innovants.

De fait, cette enquête donne un faible taux d'entreprises technologiquement innovantes (29,4%) pour l'industrie manufacturière. Les enquêtes communautaires CIS2 (période 1994-1996) et CIS3 (1998-2000) donnent respectivement des taux d'entreprises technologiquement innovantes dans l'industrie de 41,0% et de 44,9%.

Le Sessi a cherché à trouver une explication à ce faible taux d'entreprises innovantes alors que la comparaison entre les deux enquêtes communautaires successives CIS2 et CIS3 (cette dernière couvrant, de plus, presque totalement la même période que FIT) montre plutôt une augmentation de ce taux. La seule explication retenue est celle de la moins bonne qualité des réponses des entreprises à l'enquête (non obligatoire) FIT comparativement aux réponses qu'elles ont fournies aux enquêtes communautaires (qui sont obligatoires). Il faut souligner qu'une entreprise qui répond aux premières questions de FIT qu'elle n'a pas eu d'activités innovantes, est immédiatement dirigée vers la fin du questionnaire et n'a pas à répondre à l'essentiel de celui-ci :

«*L'enquête sur le Financement de l'Innovation Technologique montre une diminution du taux d'entreprises innovantes par rapport aux enquêtes précédentes. Plusieurs portes ont été fermées. Cette diminution du taux d'innovantes ne provient pas d'un biais de non réponse ou d'un défaut d'échantillonnage. Elle correspond à la volonté des entreprises de ne pas se déclarer innovantes, soit en raison de la difficulté du questionnaire, soit d'autres phénomènes difficiles à quantifier.*» (Guannel et Lhomme (2002)¹⁶)

¹⁶Source : «L'utilisation du calage sur marge pour les enquêtes thématiques du Sessi : un retour d'expérience», présenté lors des journées de méthodologie statistique 2002 de l'INSEE.

Par conséquent, l'identification des firmes engagées dans des activités innovantes, en particulier pour les firmes ayant occasionnellement des projets innovants, n'est pas satisfaisante dans cette enquête. Toutefois, elle est très intéressante en ce qu'elle apporte une mesure qualitative de la présence de contraintes financières liées à l'innovation.

L'appariement de FIT avec les enquêtes communautaires

Les entreprises qui ont été enquêtées dans l'enquête sur le financement de l'innovation technologique (FIT) sont majoritairement les mêmes que celles qui ont été enquêtées pour la deuxième enquête communautaire CIS2. Ceci aurait donc dû permettre d'observer le comportement innovant de ces firmes pour deux périodes : 1994-1996 (CIS2) et 1997-1999 (FIT).

Tableau. 2.A2. Comparaison des taux d'entreprises innovantes dans CIS2 et FIT

Echantillons	Période	% d'entreprises innovantes
CIS2	1994-1996	55,86
FIT	1997-1999	38,49
CIS2*CdB	1994-1996	62,3
FIT*CdB	1997-1999	42,7

Note : Ils s'agit des données brutes, non redressées.

Sources : CIS2 (SESSI), FIT (SESSI) et CdB (Banque de France)

Il y a une proportion importante (40%) d'entreprises caractérisées comme innovantes entre 1994 et 1996 et qui se sont déclarées non innovantes dans l'enquête FIT pour la période suivante 1997-1999 (Tableau 2.A.3). Compte tenu des problèmes liés à l'enquête FIT présentés précédemment, il est impossible d'identifier d'une part une transition réelle pour une firme d'un comportement innovant à un comportement non innovant et d'autre part une qualification "non innovante" erronée de l'enquête FIT.

Tableau 2.A3. Transition des réponses de CIS2 à FIT

		FIT (1997-1999)		
		Innovantes	Non Innovantes	Total
CIS2 (1994-1996)	Innovantes	879	597	1476
	Non innovantes	163	1046	1209
	Total	1042	1643	2685

Sources : CIS2 (SESSI), FIT (SESSI) et CdB (Banque de France)

Ainsi, compte tenu de la mauvaise qualité des réponses au questionnaire FIT des firmes marginalement innovantes (cf. plus haut), l'exploitation de cet appariement pour examiner le comportement innovant des entreprises dans une perspective dynamique n'est pas envisageable. C'est la raison pour laquelle l'étude de l'impact des contraintes financières sur l'innovation menée dans ce chapitre est effectuée à partir de l'appariement des entreprises de la Centrale de Bilans avec l'enquête la plus récente renseignant sur les difficultés de financement de l'innovation, FIT, sans fusionner ces données avec CIS2.

Enfin, le tableau suivant résume la construction des variables utilisées.

Tableau 2.A4. Construction des variables

Nom	Définition	Source
Innovation	=1 si l'entreprise a innové ou a entrepris des projets innovants entre 1997 et 1999.	FIT
Taille	log(nombre d'employés)	CdB
Part de marché	chiffres d'affaires/chiffres d'affaires du secteur	CdB/EAE (Insee)
TP4	=1 si marché de référence fortement innovant, 0 sinon	FIT
TP3	=1 si marché de référence moyennement innovant, 0 sinon	FIT
TP2	=1 si marché de référence faiblement innovant, 0 sinon	FIT
Collatéral	log(immobilisations corporelles)	CdB
Endettement bancaire	dettes bancaires/total des financements	CdB
Financements propres	Financements propres/ total des financements	CdB
Cash flow	CAF/VA	CdB
Taux de marge	EBE/VA	CdB
Contraintes financières	Variables dichotomiques égales à 1 si l'entreprise a déclaré	
Risque économique	avoir eu des projets innovants retardés, abandonnés ou	
Manque de personnels qualifiés	non démarrés du fait de cet obstacle	FIT
Coût trop élevé		
Clause de sortie excessive		
Manque de connaissance sources de financement		

Sources : FIT (SESSI), CdB (Banque de France) et EAE (INSEE)

ENQUÊTE 2000 SUR LE FINANCEMENT DE L'INNOVATION TECHNOLOGIQUE

Pour tout renseignement concernant
cette enquête, vous pouvez contacter :
Mme CHAMPION
Téléphone : 02 31 49 99 99
Télécopie : 02 31 48 88 88
mél : charlotte.champion@industrie.gouv.fr



1061 / FIT
Centre d'Enquêtes Statistiques
Rue Claude Bloch
BP 5137
14024 CAEN CEDEX

Société immobilière

Direction Financière ou de l'Innovation

Nom du correspondant : M. ou Mme

Fonction :

Téléphone :

Télécopie :

Mél :

Merci de retourner le questionnaire avant le 31 mai 2000

Aux termes de l'article 6 de la loi n° 51-711 du 7 juin 1951 modifiée sur l'obligation, la coordination et le secret en matière de statistique, les renseignements transmis en réponse au présent questionnaire ne sauraient en aucun cas être utilisés à des fins de contrôle fiscal ou de répression économique.

La loi n° 78-17 du 6 janvier 1978, relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés, s'applique aux réponses faites à la présente enquête par les entreprises individuelles. Elle leur garantit un droit d'accès et de rectification pour les données les concernant. Ce droit peut être exercé auprès du SESSI.

A. L'innovation technologique dans votre entreprise en 1997, 1998 ou 1999

- | | Oui | Non |
|---|--------------------------|--------------------------|
| 1. En 1997, 1998 ou 1999 votre entreprise a-t-elle introduit sur le marché des produits technologiquement nouveaux (ou technologiquement améliorés) pour votre entreprise ? | ☐ | ☐ |
| 2. En 1997, 1998 ou 1999 votre entreprise a-t-elle introduit des procédés technologiquement nouveaux (ou technologiquement améliorés) pour votre entreprise ? | ☐ | ☐ |
| 3. En 1997, 1998 ou 1999 votre entreprise a-t-elle eu des projets de produits ou de procédés technologiquement nouveaux ou améliorés pour votre entreprise ? | | |
| - Qui sont en cours de développement ou de mise sur le marché | ☐ | ☐ |
| - Qui ont été des échecs | ☐ | ☐ |
| 4. Si votre entreprise appartient à un groupe, de quelle(s) partie(s) de la chaîne du processus d'innovation technologique votre entreprise a-t-elle eu la charge en 1997, 1998 ou 1999 ? | | |
| - Recherche exploratoire (en amont) | ☐ | ☐ |
| - Recherche et développement | ☐ | ☐ |
| - Préparation du lancement industriel et commercial | ☐ | ☐ |
| - Industrialisation / Fabrication | ☐ | ☐ |
| - Commercialisation | ☐ | ☐ |

Si vous avez répondu NON aux questions précédentes de la partie A : passez directement à la partie F

B. Le financement de l'innovation technologique

1. Quel budget avez-vous engagé pour financer vos projets technologiquement innovants (quel que soit leur état d'avancement) ?
- en 1997 kF
 - en 1998 kF ou Euros
 - en 1999 kF ou Euros

B. Le financement de l'innovation technologique (suite)

2. A fin de répondre aux besoins de financements spécifiques générés par vos projets technologiquement innovants, et pour chacune des sources de financement citées ...

Sources de financement de l'innovation technologique	Avez-vous utilisé cette source de financement entre 1997 et 1999 ?		Avez-vous dû renoncer à cette source de financement entre 1997 et 1999 ?		Envisagez-vous d'avoir recours à cette source de financement entre 2000 et 2002 ?		Structure du financement des projets technologiquement innovants en 1998	Structure du financement des projets technologiquement innovants en 1999
	Oui	Non	Oui	Non	Oui	Non	en %	en %
Apports de capitaux propres								
<i>Marchés boursiers (y compris étrangers)</i>								
- Marchés pour les valeurs de croissance (nouveau marché, Nasdaq,...)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	 %	 %
- Autres (Règlement mensuel, second marché, ...)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	 %	 %
<i>Investisseurs (y compris étrangers, hors marché boursier)</i>								
- Capital-investissement (Business angels, capital-risque, capital-développement, ...)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	 %	 %
- Épargne proche (famille, ...)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	 %	 %
- Autres actionnaires	☐	☐	☐	☐	☐	☐	 %	 %
Dettes à moyen et long terme								
- Banques, établissements financiers	☐	☐	☐	☐	☐	☐	 %	 %
- Marché obligataire	☐	☐	☐	☐	☐	☐	 %	 %
Dettes à court terme								
- Banques, établissements financiers	☐	☐	☐	☐	☐	☐	 %	 %
- Groupe d'appartenance de votre entreprise	☐	☐	☐	☐	☐	☐	 %	 %
- Avances reçues sur commandes	☐	☐	☐	☐	☐	☐	 %	 %
Autofinancement	☐	☐	☐	☐	☐	☐	 %	 %
Financements publics								
- Crédit d'impôt recherche	☐	☐	☐	☐	☐	☐	 %	 %
- Anvar	☐	☐	☐	☐	☐	☐	 %	 %
- Ministère de la Recherche	☐	☐	☐	☐	☐	☐	 %	 %
- Ministère de la Défense (y compris marchés publics)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	 %	 %
- Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie (y compris Drire)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	 %	 %
- Aides européennes (PCRD ...)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	 %	 %
- Aides des collectivités locales	☐	☐	☐	☐	☐	☐	 %	 %
Total général							100%	100%

3. Si vous avez utilisé des sources de financements publics pour financer vos projets technologiquement innovants entre 1997 et 1999 :

	en 1997	en 1998	en 1999
- % de l'aide publique reçue sous forme de subventions	 %	 %	 %
- % de l'aide publique reçue sous forme d'avances remboursables	 %	 %	 %
- % des autres formes de financements publics	 %	 %	 %
Total	100%	100%	100%

4. Si vous avez dû renoncer à des sources de financements publics en 1997, 1998 ou 1999 pour vos projets technologiquement innovants, pouvez-vous en indiquer le motif ? (plusieurs réponses possibles)

- Absence ou mauvaise connaissance des circuits de financements publics de l'innovation ☐
- Complexité de montage des dossiers ☐
- Politique délibérée de l'entreprise ☐
- Autres ☐

5. A fin de répondre aux besoins de financements spécifiques générés par vos projets technologiquement innovants, selon leur état d'avancement, quelles sont les sources de financement qui auraient votre préférence ?

		sans objet	très faible	faible	forte	très forte
Apports de capitaux propres	Recherche exploratoire (en amont)	☐	☐	☐	☐	☐
	Recherche et développement	☐	☐	☐	☐	☐
	Préparation du lancement industriel et commercial	☐	☐	☐	☐	☐
	Industrialisation / Fabrication	☐	☐	☐	☐	☐
	Commercialisation	☐	☐	☐	☐	☐
Dettes à court, moyen et long terme	Recherche exploratoire (en amont)	☐	☐	☐	☐	☐
	Recherche et développement	☐	☐	☐	☐	☐
	Préparation du lancement industriel et commercial	☐	☐	☐	☐	☐
	Industrialisation / Fabrication	☐	☐	☐	☐	☐
	Commercialisation	☐	☐	☐	☐	☐
Autofinancement	Recherche exploratoire (en amont)	☐	☐	☐	☐	☐
	Recherche et développement	☐	☐	☐	☐	☐
	Préparation du lancement industriel et commercial	☐	☐	☐	☐	☐
	Industrialisation / Fabrication	☐	☐	☐	☐	☐
	Commercialisation	☐	☐	☐	☐	☐
Financements publics	Recherche exploratoire (en amont)	☐	☐	☐	☐	☐
	Recherche et développement	☐	☐	☐	☐	☐
	Préparation du lancement industriel et commercial	☐	☐	☐	☐	☐
	Industrialisation / Fabrication	☐	☐	☐	☐	☐
	Commercialisation	☐	☐	☐	☐	☐

C. Risques financiers et fuite des savoirs

1. A chaque étape, évaluez la probabilité de ne pas passer à l'étape suivante de vos projets technologiquement innovants en raison du risque financier encouru.

		sans objet	très faible	faible	forte	très forte
Probabilité d'abandon	Recherche exploratoire (en amont)	☐	☐	☐	☐	☐
	Recherche et développement	☐	☐	☐	☐	☐
	Préparation du lancement industriel et commercial	☐	☐	☐	☐	☐
	Industrialisation / Fabrication	☐	☐	☐	☐	☐
	Commercialisation	☐	☐	☐	☐	☐

2. Menez-vous plusieurs projets technologiquement innovants de front ? ☐ Oui ☐ Non

Si oui

- L'objectif est-il de mutualiser les risques d'échec ? ☐ Oui ☐ Non
- L'objectif est-il de maximiser le nombre d'innovations ? ☐ Oui ☐ Non

3. Fuite des savoirs

Comment évaluez-vous le risque qu'au terme de chaque phase de vos projets technologiquement innovants, d'autres entreprises puissent bénéficier gratuitement de vos résultats ?

	sans objet	très faible	faible	fort	très fort
Recherche exploratoire	☐	☐	☐	☐	☐
Recherche et développement	☐	☐	☐	☐	☐
Brevet (contrefaçon, contournement)	☐	☐	☐	☐	☐
Préparation du lancement industriel et commercial	☐	☐	☐	☐	☐
Industrialisation / Fabrication	☐	☐	☐	☐	☐
Commercialisation	☐	☐	☐	☐	☐

4. En 1997, 1998 ou 1999, votre entreprise (ou le groupe auquel elle appartient) a-t-elle déposé au moins une demande de brevet en France ou à l'étranger ?

Oui ☐ Non ☐

D. Durée de vie des innovations technologiques

1. Dans votre entreprise, les innovations technologiques ont-elles en moyenne un cycle de vie ?

Produits : de moins d'un an ☐ ; de 1 à 2 ans ☐ ; de 2 à 3 ans ☐ ; de 3 à 5 ans ☐ ; plus de 5 ans ☐
 Procédés : de moins d'un an ☐ ; de 1 à 2 ans ☐ ; de 2 à 3 ans ☐ ; de 3 à 5 ans ☐ ; plus de 5 ans ☐

E. Dernier projet abandonné

1. En 1997, 1998 ou 1999, si vous avez commencé des projets technologiquement innovants sans les mener à bout, à quelle étape le dernier abandon s'est-il produit ?

Dernier projet abandonné

Recherche exploratoire ☐
 Recherche et développement ☐
 Préparation du lancement industriel et commercial ☐
 Industrialisation / Fabrication ☐
 Commercialisation ☐
 Aucun abandon ☐

Partie à remplir par toutes les entreprises

F. Caractéristiques de votre entreprise

1. Votre entreprise a-t-elle moins de 5 ans d'existence ?

Oui ☐ Non ☐

2. Considérez-vous que votre marché de référence est technologiquement ?

- Non innovant ☐
 - Faiblement innovant ☐
 - Moyennement innovant ☐
 - Fortement innovant ☐

3. Considérez-vous que votre entreprise, par rapport à son marché de référence, est technologiquement ?

- Non innovante ☐
 - Faiblement innovante ☐
 - Moyennement innovante ☐
 - Fortement innovante ☐

G. Obstacles rencontrés dans la mise en oeuvre de projets technologiquement innovants

1. En 1997, 1998 ou 1999, quels sont les obstacles qui vous ont empêché de mener ou d'entreprendre des projets innovants (plusieurs réponses possibles) ?

	Projet retardé	Projet abandonné	Projet non démarré
- "Risque marché" perçu comme excessif	☐	☐	☐
- Manque de personnel qualifié	☐	☐	☐
- Coûts de l'innovation trop élevés	☐	☐	☐
- Absence de source de financement	☐	☐	☐
- Lenteur de la mise en place des financements	☐	☐	☐
- Taux d'intérêt trop élevés du financement	☐	☐	☐
- Clauses de sorties excessives	☐	☐	☐
- Méconnaissance des circuits financiers ad hoc	☐	☐	☐
- Aucun obstacle	☐		

7.2 Annexe B : Les données de R&D de CdB

En général, les données comptables sont inadaptées pour mesurer l'ensemble des dépenses de recherche et développement des entreprises. En effet, le Code général des impôts français permet aux entreprises de comptabiliser en charges une partie des dépenses liées à des opérations de recherche scientifique ou technique. Ces éléments comptabilisés en charges ne sont alors pas pris en compte dans la mesure de l'investissement. Or, une autre spécificité des renseignements complémentaires de la Centrale de Bilans de la Banque de France est d'isoler certaines de ces charges liées aux activités scientifiques et techniques, ce qui permet de les réintégrer dans le calcul de l'investissement incorporel¹⁷ (Bardès, 1997).

Nous avons cherché à évaluer la pertinence de la mesure de cette information comptable de dépenses en recherche et développement en la comparant avec les montants fournis par les entreprises dans les enquêtes communautaires sur l'innovation¹⁸.

En effet, le montant investi en recherche et développement fait l'objet d'une question dans les enquêtes communautaires, il est donc possible de comparer les montants comptabilisés dans la base de données Centrale de Bilans et ceux des enquêtes communautaires sur l'innovation. Plus précisément, dans les enquêtes communautaires sur l'innovation il est demandé aux entreprises d'indiquer le montant de leurs dépenses de recherche et développement totale ainsi que la décomposition en dépenses de recherche et développement internes et externes pour une année donnée (l'année 2000 dans CIS3).

¹⁷Les informations complémentaires de la Centrale de Bilans permettent de réintégrer dans l'investissement incorporel les charges provenant d'opérations de formation (extraits des comptes du plan comptable général 64, 625 et 6333), des dépenses de Recherche et Développement (extraits des comptes 61, 62 et 64) ainsi que des dépenses commerciales de publicité, marketing et communication (extrait du compte 623). Cependant, la sous-traitance des activités de R&D ne peut être incluse.

¹⁸Dans les enquêtes communautaires, la fiabilité des réponses des entreprises sur leurs dépenses en recherche et développement a été systématiquement contrôlée par le Sessi en comparant les montants donnés dans CIS 3 et ceux de l'enquête sur les dépenses en recherche et développement du Ministère de la Recherche.

Tableau 2.B.1. Comparaisons des dépenses de R&D de CdB et CIS3 (année 2000, milliers d'euros)

		Q1	Médiane	Q3	Moyenne	Nobs
Données CdB	R&D totale	0,00	0,00	13,00	602,84	2044
	R&D totale	0,00	35,50	556,85	2738,61	2044
Données CIS3	R&D interne	0,00	22,62	457,00	2182,55	2044
	R&D externe	0,00	0,00	0,00	556,05	2044
	Dépenses d'innovation	0,00	51,50	686,38	2923,84	2044

Source : CdB (Banque de France) et CIS3 (SESSI)

Note : calculs effectués sur les firmes communes à CIS3 et CdB de l'industrie manufacturière (hors IAA).

La comparaison entre les dépenses de recherche et développement données dans CIS3 et celles de la Centrale de Bilans montre des différences très importantes (tableau 2.B.1). Pour les mêmes entreprises et pour la même année (2000), la mesure des dépenses de recherche et développement de la Centrale de Bilans est très inférieure à celle de l'enquête innovation¹⁹. Les données comptables de la Centrale de Bilans sont caractérisées par une très forte proportion de dépenses nulles alors que les mêmes firmes ont déclaré un montant positif de dépenses de recherche et développement dans CIS3. Nous avons également comparé les montants de R&D non nuls et ils apparaissent, en moyenne, 3 fois plus élevés dans l'enquête innovation. Ces différences s'expliquent probablement par des périmètres différents dans la mesure des dépenses de R&D dans les enquêtes dédiées à l'innovation et qui sont fondées sur le manuel de Frascati (OCDE, 2002) et dans les sources comptables. Cette difficulté à mesurer les dépenses de recherche et développement (et l'innovation) à partir des sources comptables a d'ailleurs motivé la mise en place des enquêtes sur l'innovation et sur les dépenses en recherche et développement.

En conclusion, la Centrale de Bilans fournit des informations d'origine comptable sans équivalent sur l'investissement immatériel des entreprises. Ces informations ne

¹⁹Le constat est identique lorsque l'on compare les montants indiqués dans CIS2 pour l'année 1996 et ceux mesurés par la Centrale de Bilans pour les mêmes entreprises cette même année.

répondent cependant pas à la définition des dépenses de recherche et développement du manuel de Frascati. Pour traiter des questions liées au financement de l'innovation, il est donc nécessaire de croiser les informations comptables avec des informations spécifiques sur l'innovation.

7.3 Annexe C : Régressions complémentaires

Tableau 2.C.1. Contraintes financières mesurées par les proxies : estimation sur l'échantillon complet

	Coeff.	Ec-type	Coeff.	Ec-type	Coeff.	Ec-type
Constante	-2,511 ***	0,211	-2,581 ***	0,213	-2,532 ***	0,238
Taille	0,322 ***	0,032	0,325 ***	0,032	0,321 ***	0,033
Part de marché	-0,009	0,062	-0,023	0,062	-0,024	0,063
TP4	1,763 ***	0,155	1,759 ***	0,155	1,764 ***	0,155
TP3	1,246 ***	0,122	1,241 ***	0,122	1,237 ***	0,122
TP2	0,819 ***	0,119	0,820 ***	0,119	0,814 ***	0,119
Cash-flow	—	—	0,005 ***	0,002	—	—
Emprunts bancaires	—	—	—	—	-0,002	0,002
Financements propres	—	—	—	—	0,000	0,002
Taux de marge	—	—	—	—	0,005 ***	0,002
DB	-0,506 ***	0,150	-0,504 ***	0,150	-0,501 ***	0,150
DC	-0,457 **	0,232	-0,464 **	0,232	-0,481 **	0,233
DD	-0,356 *	0,211	-0,360 *	0,211	-0,353 *	0,212
DE	-0,538 ***	0,135	-0,564 ***	0,135	-0,564 ***	0,136
DG	-0,265 *	0,159	-0,273 *	0,159	-0,310 *	0,160
DH	-0,230	0,149	-0,248 *	0,150	-0,247	0,150
DI	-0,258	0,168	-0,269	0,168	-0,282	0,169
DJ	-0,303 ***	0,115	-0,311 ***	0,115	-0,309 ***	0,116
DK	0,239 **	0,133	0,248 *	0,133	0,236 *	0,133
DM	-0,049	0,164	-0,050	0,165	-0,051	0,165
DN	-0,206	0,160	-0,213	0,160	-0,219	0,160
Log vraisemblance		-1080,5		-1076,5		-1075,0
R ² Mac fadden		0,180		0,183		0,185
Nombre de firmes		1940		1940		1940

Tableau 2.C.2. Tentative d'instrumentation de la variable de R&D.

	Coeff.	Ec. Type
Propension à innover (Rivers et Vuong)		
Constante	-1,280 ***	0,409
LOG(R&D)	0,222	0,153
Dummy R&D	0,086	0,224
Taille	0,180 *	0,102
Part de marché	0,568 *	0,310
TP4	1,407 ***	0,269
TP3	0,940 ***	0,218
TP2	0,510 **	0,212
DB	-0,045	0,285
DC	0,113	0,389
DD	0,028	0,334
DE	0,024	0,280
DG	-0,556 **	0,256
DH	-0,420 *	0,230
DI	-0,466 *	0,263
DJ	0,153	0,201
DK	0,351 *	0,211
DM	-0,057	0,257
DN	-0,240	0,245
Résidus équation R&D	-0,212	0,147
R ²	0,17	
Log vraisemblance	-432,8	
Régression instrumentale variable dépendante log(R&D) (MCO)		
Constante	-1,390 ***	0,425
Tx de croissance chiffre d'affaire (1994-1995)	0,020 ***	0,004
Taille (1995)	0,613 ***	0,073
DB	-1,095 ***	0,380
DC	-1,203 **	0,588
DD	-0,479	0,564
DE	-1,123 ***	0,351
DG	0,264	0,370
DH	-0,080	0,344
DI	-0,651	0,402
DJ	-0,509 *	0,278
DK	0,179	0,294
DM	0,202	0,376
DN	-0,525	0,376
R ² Mac Fadden	0,18	
Nombre de firmes	921	

Tableau 2.C.3. Instrumentation du taux de marge.

	2SCLM		Probit simple sur cet échantillon	
	Coeff.	Ec. Type	Coeff.	Ec. Type
Innovation equation (probit)				
Constante	-1,640 ***	0,435	-1,412 ***	0,409
Taille	0,297 ***	0,059	0,295 ***	0,060
Part de marché	0,527 *	0,288	0,560 *	0,291
TP4	1,258 ***	0,253	1,276 ***	0,253
TP3	0,788 ***	0,205	0,793 ***	0,205
TP2	0,362 *	0,200	0,373 *	0,199
Endettement bancaire	-0,006 *	0,003	-0,006 *	0,003
Financements propres	0,003	0,003	0,003	0,003
Taux de marge	0,024 **	0,011	0,007 ***	0,003
DB	-0,313	0,223	-0,323	0,222
DC	-0,403	0,361	-0,269	0,352
DD	-0,029	0,318	0,006	0,318
DE	-0,306	0,223	-0,191	0,210
DG	-0,612 **	0,251	-0,515 **	0,244
DH	-0,529 **	0,236	-0,411 *	0,223
DI	-0,548 **	0,244	-0,484 **	0,240
DJ	-0,059	0,183	0,010	0,177
DK	0,340	0,207	0,387 *	0,205
DM	0,041	0,250	0,078	0,249
DN	-0,414 *	0,230	-0,338	0,225
Residus de l'estimation tx de marge	-0,018	0,011	-	-
Log vraisemblance	-464.660		-466.106	
R ² Mac Fadden	0,179		0,176	
Profit margin equation (OLS)				
Constante	12,235 ***	1,618		
Capacité d'autofinancement (1995)	0,223 ***	0,025		
Taux d'investissement (1995)	-0,033 ***	0,006		
DB	0,659	2,872		
DC	8,174 *	4,588		
DD	1,137	4,222		
DE	5,476 **	2,599		
DG	5,630 **	2,758		
DH	6,114 **	2,619		
DI	3,418	2,986		
DJ	3,317	2,073		
DK	2,917	2,229		
DM	2,179	2,772		
DN	3,930	2,830		
R ²	0,680			
Nombre de firmes	1005		1005	

Chapitre 3

Le financement des jeunes entreprises innovantes : financement interne, prêt bancaire ou capital-risque ?

Le premier chapitre a montré que les entreprises rencontrent des difficultés spécifiques de financement lorsqu'elles sont engagées dans des activités innovantes. Ces contraintes financières, mais également la confidentialité éventuellement nécessaire à la réussite de leurs projets innovants, peuvent conduire les entreprises établies qui en ont la possibilité à autofinancer leurs projets innovants. En effet, d'après l'enquête sur le Financement de l'Innovation Technologique (Sessi), les entreprises établies qui ont décidé de mener des projets innovants les financent avant tout en interne (cf. le tableau 4 de l'introduction générale).

En revanche, les entreprises en phase de création dont le financement interne est uniquement constitué des apports du fondateur et de ses proches ont besoin de trouver des financements externes pour leurs investissements innovants. Or si ces jeunes entreprises innovantes, parfois appelées *start-up*, sont considérées comme des entreprises à fort potentiel de croissance, elles sont aussi caractérisées par un risque élevé. Ces spécificités constituent un défi important pour les entrepreneurs dans leur recherche des financements nécessaires au développement de leur

entreprise.

Contrairement aux entreprises établies qui peuvent avoir des activités diversifiées qui leur permettent de mutualiser les risques de leurs investissements (innovants et non innovants), les jeunes entreprises innovantes n'ont bien souvent qu'un seul projet d'investissement dont elles espèrent que le caractère innovant leur permettra de connaître une forte croissance. Le financement du projet innovant et sa réussite conditionne alors la survie de ces entreprises en création. De plus, ce statut d'entreprise en création, associé au caractère innovant de leur projet, renforce les traditionnels problèmes d'asymétrie d'information avec les apporteurs de financements externes (Hall, 2002). En particulier, les bailleurs de fonds ne possèdent pas ou peu de bilans passés qui les informent sur la performance de l'entreprise. En outre, le contenu innovant du projet nécessite une expertise technique afin d'évaluer le risque de l'investissement. Enfin, l'importance relative des actifs immatériels (Planès *et al.*, 2002) ne permet pas toujours aux banques de disposer de garanties nécessaires à l'attribution d'un prêt (Jacquin, 2003).

Les jeunes entreprises innovantes peuvent alors obtenir des financements sous forme de fonds propres auprès d'investisseurs spécialisés, les sociétés de capital-risque. Cependant ces investisseurs, qui possèdent une expertise technique et scientifique leur permettant de sélectionner les projets puis de surveiller leur développement, ciblent des entreprises aux caractéristiques spécifiques. Il s'agit de firmes développant le plus souvent des innovations radicales dans les secteurs de haute technologie et qui présentent des performances attendues très importantes. Ces investissements doivent en effet permettre aux sociétés de capital-risque d'anticiper des plus-values importantes au moment de leur sortie du capital des entreprises.

Par ailleurs, les jeunes entreprises innovantes recourent plus ou moins aisément au financement par prêts bancaires ou par apport de fonds propres du capital-risque selon leur stade de développement. La phase de création de l'entreprise, précédant la mise sur le marché du produit, peut très difficilement être financée par prêt bancaire. En effet, à ce stade, les firmes ne sont pas en mesure de fournir des garanties suffisantes à la banque et elles ne dégagent pas de chiffre d'affaires. Les jeunes pousses ne peuvent alors trouver des financements auprès d'investisseurs externes qu'essentiellement par le biais de sociétés de capital-risque. Par ailleurs, à ce stade

de l'amorçage, les pouvoirs publics interviennent en attribuant des aides publiques. Celles-ci prennent la forme de subventions directes (par exemple, par le biais de concours à la création d'entreprises innovantes tel que celui d'Oséo Anvar), de prêts à taux zéro remboursables en cas de succès, d'aides fiscales¹ ou encore de dotations à des fonds d'amorçage qui investissent eux-mêmes dans de jeunes entreprises innovantes en phase de création (tels que le Fonds Public pour le Capital-Risque, le fonds BEI² pour le capital-risque ou encore le Fonds de Promotion pour le Capital Risque).

Dans les étapes ultérieures de développement (commercialisation du produit et expansion de la firme), l'intervention d'un capital-risqueur peut encore se révéler cruciale, aussi bien en matière de financement qu'en termes de conseils, en termes d'aide à la définition du marché ou à la mise en place de l'équipe dirigeante dans l'entreprise. Cependant, la réalisation des ventes et la réduction de l'incertitude quant à la réussite du projet facilitent l'obtention de prêts bancaires.

Ainsi, les caractéristiques propres à chaque firme (le risque associé au projet innovant, l'importance des moyens à mettre en oeuvre, la solidité des garanties qui peuvent être fournies, ...) conditionnent à la fois les besoins de la firme en matière de financement externe et l'offre qui lui est accessible.

L'objectif de ce chapitre est donc de déterminer le mode de financement adapté au financement des jeunes entreprises innovantes. Plus précisément, il propose un cadre théorique simple permettant d'expliquer les modalités de financement des jeunes entreprises innovantes en fonction de leurs caractéristiques telles que le risque du projet et sa rentabilité, la taille du financement externe demandé ou encore l'importance des garanties offertes. Malheureusement, nous ne disposons pas de données qui permettent de tester économétriquement notre modèle théorique. En particulier, les données de la Centrale de Bilans qui ont été utilisées dans les deux premiers chapitres ne sont pas adaptées pour étudier le financement de ces jeunes entreprises

¹La Loi de finances pour 2004 a créé le statut de "Jeune Entreprise Innovante" (JEI). Ce statut, qui permet principalement de bénéficier d'exonérations fiscales, est accordé aux petites ou moyennes entreprises répondant aux 5 conditions suivantes : (i) être une PME, (ii) avoir moins de 8 ans d'existence, (iii) avoir un volume minimal de dépenses de recherche, (iv) être indépendante, (v) être réellement nouvelle et ne pas avoir été créée dans le cadre d'une concentration, d'une restructuration, d'une extension d'activité préexistante ou d'une reprise d'une telle activité.

²Banque Européenne d'Investissement

innovantes, puisque la Centrale de Bilans oriente la collecte de ses données avant tout pour atteindre des objectifs de représentativité de l'échantillon en termes de couverture des effectifs et de la valeur ajoutée. Les entreprises de la Centrale de Bilans sont donc généralement des entreprises qui ont déjà atteint une certaine maturité. Le panel SINE de l'INSEE est spécifiquement dédié à l'examen de la création d'entreprise, mais il ne permet pas d'identifier la composition du capital social des entreprises et donc de savoir si elles sont financées par des sociétés de capital-risque. L'approche qui est alors mise en oeuvre dans ce chapitre pour étudier les déterminants du choix de financement des jeunes entreprises innovantes consiste à étalonner le modèle proposé à partir des informations que nous avons pu recueillir sur le financement des jeunes entreprises innovantes en France pour fixer des valeurs plausibles des paramètres du modèle. Le modèle est ensuite simulé à partir de ces informations.

La suite de ce chapitre est structurée comme suit : la deuxième section présente les principaux enseignements de la littérature sur le financement des jeunes entreprises innovantes. Nous exposons le modèle dans la troisième section. Puis, dans la quatrième section, nous menons une série de simulations visant à évaluer le rôle des déterminants du choix de financement en nous appuyant sur les informations empiriques disponibles sur le financement des jeunes entreprises innovantes en France.

1 Les principaux enseignements de la littérature sur le financement des jeunes entreprises innovantes

Comme cela a été rappelé dans l'introduction générale de la présente thèse, l'existence d'asymétries d'information entre l'entrepreneur et ses apporteurs de capitaux crée une prime de financement qui accroît le coût des financements externes. Les firmes préfèrent alors, dans la mesure du possible, recourir au financement interne pour financer leur investissement. Dans ce cadre de la relation d'agence entre la firme et les investisseurs extérieurs, la littérature théorique sur le financement des *start-up* porte essentiellement sur la forme du contrat optimal de financement entre la firme et la société de capital-risque et étudie les mécanismes incitatifs à mettre en

oeuvre pour résoudre les problèmes d'aléa moral. Ces derniers peuvent résulter de la non-observabilité de l'effort fourni par l'entrepreneur, ou par l'entrepreneur et par le capital-risqueur (Keuschnigg et Nielsen, 2003 ; Hellmann, 2006). Il peut aussi s'agir de problèmes d'aléa moral ex-post comme l'habillage de bilan (Cornelli et Yosha, 2002).

Ces travaux théoriques étudient notamment la question du partage des droits financiers et de l'attribution des droits de contrôle. Le partage des titres financiers doit garantir à la société de capital-risque et au dirigeant de la firme une rémunération suffisante afin de favoriser l'implication nécessaire de chacun pour la réussite du projet. L'attribution de droits de contrôle permet à la société de capital-risque d'intervenir dans la gestion de l'entreprise et ainsi de favoriser le remplacement du fondateur de l'entreprise si ses performances sont jugées insuffisantes (Lerner, 1995 ; Hellmann, 1998).

D'autres articles mettent en évidence l'intérêt de l'usage des dettes convertibles (Dewatripont *et al.*, 2005) et du financement séquentiel (Bergemann et Hege, 1998). Le financement par étapes permet à la société de capital-risque de menacer l'entreprise de ne pas poursuivre le financement à l'étape suivante si les résultats intermédiaires sont insuffisants. Cette menace d'abandon est une contrainte incitative qui a pour objectif d'amener l'entrepreneur à adopter un comportement maximisant les objectifs définis. Cependant, cette contrainte favorise un comportement de court terme de la part du dirigeant (réussir les objectifs intermédiaires) ou bien peut l'amener à maquiller son bilan afin d'éviter l'arrêt du financement. L'usage des dettes convertibles en actions permet de limiter ce type de comportement de la part de la firme : si les résultats apparaissent comme bons, la société de capital-risque exerce son option de conversion et devient détentriche d'une fraction du capital de la firme (Cornelli et Yosha, 2002).

D'un point de vue empirique, Kaplan et Stromberg (2002) ont détaillé les instruments financiers et les instruments de contrôle dans les contrats effectivement passés aux Etats-Unis entre les sociétés de capital-risque et les entreprises qu'elles financent. Les auteurs soulignent que le financement par capital-risque a le plus souvent lieu par le biais d'obligations convertibles. Toutefois, en Europe, les instruments financiers semblent plus classiques dans la mesure où la majorité des financements

des *start-up* par capital-risque se fait sous la forme d'émission d'actions (Bottazzi, Da Rin et Hellmann, 2004a).

Un autre pan récent de la littérature théorique sur le financement des *start-up* s'est intéressé à la question de l'alternative entre différents modes de financements. Ainsi, Bernhardt et Krasa (2004) ont étudié l'impact de la concurrence entre apporteurs de capitaux sur l'acquisition de l'information par ces derniers et sur les contrats de financement. Leur modèle est caractérisé par la présence de quatre équilibres, représentant un financement externe i) par les banques, ii) par les sociétés de capital-risque, iii) par les business angels iv) ou encore l'absence de financement externe. Pour sa part, Landier (2004) explique le mode de financement qui prévaut dans un secteur par le coût de la faillite pour l'entrepreneur s'il doit rechercher un emploi. Le modèle repose sur deux hypothèses fondamentales qui peuvent amener les deux agents à renégocier le contrat avant qu'il n'arrive à son terme. Si au cours du déroulement du projet des fonds supplémentaires sont nécessaires, l'investisseur peut menacer l'entrepreneur de ne pas les lui accorder. De son côté, l'entrepreneur peut menacer l'investisseur de se retirer du projet avant qu'il n'arrive à son terme (et donc qu'il ne produise le rendement attendu). Landier montre que si le coût de la faillite est faible, une expertise particulière de l'apporteur de capitaux ainsi qu'un financement séquentiel sont indispensables pour inciter l'entrepreneur à produire un effort suffisant, alors que si le coût de la faillite pour l'entrepreneur est élevé, ces contraintes ne sont pas nécessaires.

Enfin, Ueda (2004) suppose que le montant du financement externe peut être accordé par une banque ou par une société de capital-risque. En s'adressant, à la banque, la firme fait face à un problème d'anti-sélection alors que l'expertise du capital-risque lui permet d'identifier parfaitement le risque de l'entreprise. Cependant, du fait de son expertise, la société de capital-risque peut menacer l'entreprise de lui "voler" son projet et de l'entreprendre à sa place. Cette hypothèse d'expropriation se base sur les résultats obtenus par Hellmann et Puri (2002) sur des données de *start-up* de la Silicon Valley. Ces derniers ont mis en évidence que les entreprises financées par capital-risque ont plus tendance à voir remplacer le fondateur de l'entreprise par un PDG "extérieur" (et plus vite), que les entreprises non-financées par capital-risque, ceci que le créateur ait conservé un rôle au sein de l'entreprise (la

mise en place d'un nouveau PDG visant alors à accompagner le développement de la firme) ou qu'il n'y exerce plus aucune activité (la société de capital-risque a alors pris le contrôle de la *start-up*). Dans son modèle, Ueda suppose que la société de capital-risque comme la banque s'approprient le profit de la firme pour se rémunérer et attribuent à l'entreprise une rémunération forfaitaire. Le choix optimal du mode de financement de la firme est alors déterminé par comparaison des montants que la banque et la société de capital-risque acceptent chacune de transférer à l'entreprise en fonction des caractéristiques de cette dernière. Ainsi, Ueda explique le financement d'une entreprise par ses caractéristiques et par le degré de protection des droits de propriété intellectuelle.

Sur le plan empirique, l'analyse du financement des *start-up* se heurte à la difficulté d'accès à des données individuelles jugées stratégiques aussi bien par les entreprises que par les sociétés de capital-risque qui les financent. A notre connaissance, il n'existe de telles études que dans le cas de jeunes entreprises innovantes allemandes. Schäfer *et al.* (2004) utilisent des données individuelles collectées auprès d'un organisme refinançant les banques et investisseurs privés qui financent eux-mêmes des entreprises innovantes sous forme de prêts ou d'actions. Les estimations obtenues montrent un effet positif de la taille de l'investissement et un impact négatif du chiffre d'affaires sur la probabilité d'obtenir un financement grâce à l'émission d'actions nouvelles. Ces résultats sont cohérents avec l'idée selon laquelle les sociétés de capital-risque financent les entreprises jeunes et les projets de taille importante. Audretsch et Lehmann (2003) ont estimé la probabilité pour une firme d'être financée par les sociétés de capital-risque sur les entreprises introduites sur le marché allemand des valeurs de croissance (le Neuer Markt) en fonction de la taille de l'entreprise, de la composition de son actionnariat, de son âge et de l'importance de sa dette bancaire. Contrairement aux résultats de Schäfer *et al.* (2004), ils trouvent que la taille n'a pas d'effet significatif sur la probabilité de se financer par capital-risque.

2 Une modélisation du choix de financement des jeunes entreprises innovantes

Nous proposons une modélisation du choix du type de financement externe parmi deux contrats donnés (prêt bancaire ou apport de fonds propres), selon les caractéristiques de l'entreprise et de son projet innovant. La question n'est donc pas ici de définir la forme du contrat optimal entre la firme et ses apporteurs de capitaux, mais d'établir le type de financement externe optimal pour une jeune entreprise innovante parmi les deux contrats proposés. On considère que le financement externe de l'entreprise peut être apporté par une société de capital-risque ou par une banque³. Nous envisageons l'existence d'un problème d'anti-sélection entre l'entreprise et la banque alors que la société de capital-risque, du fait de son expertise, est supposée avoir une connaissance parfaite de la firme.

A la différence de Ueda (2004), nous supposons une forme de contrat différente entre la firme et la banque d'une part et la firme et la société de capital-risque d'autre part. La banque propose un prêt et la société de capital-risque apporte un financement en échange d'une prise de participation au capital de l'entreprise. Par ailleurs, l'hypothèse de l'existence d'une menace d'expropriation nous semble peu adaptée au cadre européen. Le secteur du capital-risque est plus récent, moins développé et moins expérimenté en Europe qu'aux Etats-Unis (Bottazzi et Da Rin, 2003 ; Hege *et al.*, 2003). L'hypothèse d'expropriation paraît également peu cohérente avec ce que l'on observe pour les entreprises du Nouveau Marché : pour la quasi-totalité des entreprises introduites entre 1999 et 2003 sur le Nouveau Marché⁴, le

³Nous n'analysons pas explicitement les financements publics. En effet, ceux attribués sous forme de subventions directes peuvent s'assimiler pour l'essentiel à des compléments de financement interne (cf. Duguet, 2004) alors que les subventions indirectes, qui transitent par des fonds d'amorçage relèvent du financement par capital-risque que nous analysons en tant que tel.

⁴Il s'agit d'une information recueillie à partir des prospectus d'introduction des firmes au Nouveau Marché. La description de la base de données est donnée en annexe. Le Nouveau Marché, spécialisé dans les valeurs de croissance, a été ouvert en 1996, sur la base du modèle américain du Nasdaq. Initialement, ce marché reposait sur des conditions d'admission très souples : aucune condition sur le chiffre d'affaires réalisé, sur la rentabilité de l'entreprise ou sur l'historique des comptes n'était exigée, ce qui permet d'avoir des informations sur de jeunes firmes innovantes. Sa réglementation a été modifiée en août 2003, notamment par l'introduction de la nécessité de disposer d'un historique comptable de trois ans. Le Nouveau Marché a disparu lors de la création d'Eurolist en janvier 2005.

fondateur était toujours présent au moment de leur introduction et ceci qu'elles soient financées par capital-risque ou non.

L'accent est donc mis dans notre analyse sur les problèmes associés à la présence d'anti-sélection qui sont à l'origine des difficultés d'accès des *start-up* aux financements externes, plus que sur les modalités de ce financement visant à limiter les problèmes d'aléa moral⁵.

La modélisation adoptée ici fait donc la distinction entre deux modes de financement. L'un est apporté par un intermédiaire informé (la société de capital-risque), l'autre par un intermédiaire non informé (la banque). En se finançant auprès de l'intermédiaire informé, l'entrepreneur bénéficie de l'expertise de ce dernier : le risque de son projet innovant est alors parfaitement mesuré et pris en compte. En contrepartie, recourir à l'intermédiaire informé induit une perte de contrôle du fondateur sur son entreprise puisque cet apporteur de capitaux acquiert une part du capital de la firme. Il peut alors être intéressant pour l'entrepreneur de se financer auprès de l'intermédiaire non informé. En effet, malgré l'erreur que fait celui-ci sur la probabilité de réussite du projet innovant, il peut permettre à l'entrepreneur d'espérer un gain plus important en restant seul actionnaire de son entreprise.

2.1 Les hypothèses du modèle

Nous considérons une jeune entreprise innovante (notée E), entièrement détenue par son fondateur. Celui dispose d'un financement initial W composé des fonds apportés par l'entrepreneur lui-même ou fournis par son entourage. Ce financement initial W inclut également les aides publiques visant à favoriser l'innovation telles que des subventions à la création d'entreprises innovantes⁶. Cependant, la somme totale nécessaire à la mise en oeuvre du projet s'élève à $W + F$. L'entreprise doit ainsi compléter cet apport initial W en ayant recours au financement externe pour le

⁵Une des caractéristiques du financement apporté par les sociétés de capital-risque est son caractère séquentiel qui constitue une contrainte incitative pour l'entrepreneur. Cet aspect est particulièrement important lorsque l'on cherche à rendre compte des problèmes d'aléa moral (voir par exemple l'étude de Landier (2004) citée plus haut).

⁶Ce financement public peut être une subvention obtenue grâce à un concours. Par exemple, le concours Oséo Anvar 2005 d'aide à la création d'entreprises de technologies innovantes était doté de 30 millions d'euros et a attribué des subventions à 178 porteurs de projets innovants pour la création de leur entreprise.

montant F . Elle peut se financer soit auprès d'une banque (notée B) sous la forme d'un prêt bancaire soit auprès d'une société de capital-risque (notée VC) sous la forme d'un apport en fonds propres.

La firme E est caractérisée par son type j ($j = h, l$) qui conditionne la probabilité de réussite p_j de son projet. Nous supposons que $p_l \leq p_h$. De plus, l'entreprise E est de type $j = h$ avec la probabilité γ et de type $j = l$ avec la probabilité $1 - \gamma$. Le projet réussit avec la probabilité p_j ; sa valeur est alors donnée par :

$$R_E(F + W), \quad (3.1)$$

où $R_E - 1$ est le taux de rendement du projet⁷. En cas d'échec du projet, la valeur du projet est nulle et la firme disparaît puisqu'elle ne possède qu'un seul projet. Nous supposons ici que le type de financement n'affecte pas la rentabilité économique du projet. En effet, même si la littérature théorique souligne l'idée selon laquelle les entreprises financées par les sociétés de capital-risque connaîtraient une réussite plus grande que celles qui ne le sont pas (Keuschnigg et Nielsen, 2003; Casamatta, 2003), les conclusions des études empiriques diffèrent selon qu'elles s'appuient sur des données américaines ou européennes. A partir d'un échantillon composé de *start-up* américaines, Kortum et Lerner (2000) ont établi que les firmes financées par les sociétés de capital-risque produisent des brevets à la fois plus nombreux et plus rentables que les entreprises non financées par capital-risque. Cependant, à partir de données européennes, Bottazzi et Da Rin (2002) et (2003) n'ont pas trouvé d'effet significatif du fait d'être financé par capital-risque sur (i) le montant des fonds levés par les firmes au moment de leur introduction en bourse sur les marchés européens spécialisés dans les valeurs de croissance, (ii) leur chiffre d'affaires ou encore (iii) le taux de croissance de l'emploi au sein de ces entreprises.

On suppose les trois agents neutres au risque. On appelle r le taux de rendement d'un actif sans risque et on note $R = 1 + r$. La contrainte de participation de la firme conduit à supposer que l'espérance de la valeur du projet innovant est au moins égale

⁷Nous supposons ici que le taux de rendement du projet est connu de tous (E , VC et B). Dans la pratique, se pose le problème de l'évaluation de R_E , qui est essentiellement déterminée par la valeur du capital immatériel de la jeune entreprise innovante (voir Dubocage [2003] pour plus de détails concernant la valorisation financière des *start-up*).

à celle du placement de $F + W$ au taux sans risque, soit :

$$p_j R_E(F + W) \geq R(F + W). \quad (3.2)$$

Les deux types de financement se différencient à la fois par la forme du contrat et par les problèmes d'information qui leur sont associés. Nous supposons que l'entreprise connaît son type. La banque est confrontée à un problème d'asymétrie d'information qui peut la conduire à se tromper sur le type de l'entreprise alors que la société de capital-risque possède une expertise lui permettant de l'identifier parfaitement. Plus précisément, les caractéristiques de l'entreprise (ses comptes si elle en possède déjà, son secteur, etc.) mais aussi de celles de son fondateur (âge, formation, etc.) sont perçues par la banque comme un signal lui permettant d'améliorer sa connaissance de la probabilité de réussite du projet. Cependant, étant donnée l'absence d'expertise technique et scientifique de la banque sur les spécificités liées au caractère innovant du projet, ce signal ne permet pas à la banque d'identifier sans erreur le type de l'entreprise.

Nous appelons $\tilde{s}$ ce signal et $\tilde{p}$ la probabilité de réussite qu'affecte la banque à la firme lorsqu'elle observe $\tilde{s}$. Nous supposons que $\tilde{s}$ peut prendre deux valeurs : $\bar{s}$ ou $\underline{s}$. Lorsque la banque perçoit $\bar{s}$, elle identifie l'entreprise comme étant plutôt de type h et lorsqu'elle perçoit $\underline{s}$, elle l'identifie comme étant plutôt de type l ⁸.

- En l'absence de signal, B associerait à E la probabilité moyenne de réussite :

$$\hat{p} = \gamma p_h + (1 - \gamma) p_l.$$

- Lorsque B perçoit $\tilde{s} = \bar{s}$, elle associe à E la probabilité de réussite $\tilde{p} = \bar{p}$ telle que :

$$\hat{p} \leq \bar{p} \leq p_h.$$

- Lorsque B perçoit $\tilde{s} = \underline{s}$, elle associe à E la probabilité de réussite $\tilde{p} = \underline{p}$ telle que :

$$p_l \leq \underline{p} \leq \hat{p}.$$

⁸Une extension possible serait d'endogénéiser ce signal. Ici, l'introduction du signal et de la probabilité $\tilde{p}$ permet de considérer que la banque n'est pas totalement incapable d'améliorer sa connaissance *a priori* de la probabilité de défaillance de la firme, bien qu'un problème d'asymétrie de l'information entre la banque et la firme persiste.

Le modèle se déroule en trois temps.

En $t = 0$, la firme s'adresse à la banque qui lui attribue une probabilité de réussite $\tilde{p}$ en fonction du signal $\tilde{s}$ qu'elle a perçu. Le taux d'intérêt du prêt bancaire s'établit alors en fonction des caractéristiques de la firme et de la probabilité $\tilde{p}$ fixée par la banque.

En $t = 1$, la firme détermine son profit espéré avec le financement bancaire. Dans le même temps, puisqu'il n'y a pas d'asymétrie d'information avec la société de capital-risque, la firme connaît le montant de la participation minimale qui assure à la société de capital-risque un gain espéré non négatif ainsi que la part maximale qu'elle accepte de lui céder pour avoir elle-même un profit espéré suffisant. La firme décide donc de son mode de financement en $t = 1$.

En $t = 2$, quel que soit le mode de financement adopté, le projet est mis en œuvre à cette date et le résultat du projet, qu'il s'agisse d'un échec ou d'une réussite, est observé par les participants.

Nous détaillons successivement les contrats proposés par la banque et la société de capital-risque dans les deux paragraphes suivants. Puis, nous déterminons le mode de financement optimal de la firme.

2.2 Les conditions de financement avec la banque

Le contrat bancaire s'établit en fonction de la probabilité de réussite attribuée par la banque en $t = 0$.

Nous supposons que la banque propose un contrat $(R_B(\tilde{s}), C)$ où $R_B(\tilde{s}) - 1$ est le taux d'intérêt du prêt consenti par la banque (dépendant du signal perçu, $\tilde{s}$) et où C est le collatéral prélevé par la banque en cas de faillite de la firme. Ce collatéral est composé d'actifs tangibles de l'entreprise et nous supposons qu'il représente une fraction δ de la totalité du projet innovant :

$$C = \delta (W + F) \text{ avec } 0 \leq \delta \leq 1. \quad (3.3)$$

Le projet innovant étant constitué d'une part importante d'actifs immatériels, les garanties que peut fournir l'entrepreneur à la banque sont d'un montant inférieur

au financement demandé F :

$$C \leq F. \quad (3.4)$$

En pratique, les intermédiaires bancaires peuvent être soumis à des contraintes réglementaires (par exemple, un taux de l'usure qui constituerait une limite supérieure au taux d'intérêt pratiqué) et à des règles prudentielles visant à prévenir le risque de faillite bancaire, que nous n'introduisons pas dans la modélisation par souci de simplification⁹.

Si le projet de l'entreprise réussit en $t = 2$, la firme rembourse le montant du prêt et les intérêts ; s'il échoue, la banque liquide l'entreprise et récupère la valeur du collatéral. Ici, le taux d'intérêt exigé par la banque ne dépend pas du type de l'emprunteur, que la banque n'observe pas, mais du signal qu'elle a perçu.

Pour que la banque accepte de financer le projet, il faut que la valeur espérée de son prêt soit au moins égale au coût de son financement. En considérant que la banque se finance sur le marché monétaire au taux d'intérêt monétaire, assimilé au taux sans risque r , son profit espéré doit être positif, i.e. on doit avoir l'inégalité suivante :

$$\tilde{p}R_B(\tilde{s})F + (1 - \tilde{p})\delta(W + F) \geq RF. \quad (3.5)$$

Sous l'hypothèse que le secteur bancaire est concurrentiel, le profit attendu de la banque est nul et le taux d'intérêt bancaire s'établit tel que :

$$R_B(\tilde{s}) = R + \frac{1 - \tilde{p}}{\tilde{p}} \left[R - \delta \frac{W + F}{F} \right]. \quad (3.6)$$

Le taux de rendement du prêt bancaire égalise le taux de rendement sans risque augmenté d'un terme qui dépend négativement du rapport collatéral sur taille du projet : une entreprise qui offre peu de garanties compte tenu du montant du prêt se verra appliquer un taux d'intérêt élevé. Les financements publics, que l'on a considéré inclus dans W , renforcent ainsi la fiabilité financière de la firme et permettent d'obtenir des conditions de prêt plus favorables auprès de la banque.

En l'absence de problèmes d'information, la banque fixerait le taux d'intérêt tel

⁹Ceci pourrait être envisagé sans difficulté, par exemple en imposant un taux d'intérêt bancaire maximal et en fixant une proportion minimale de garanties obligatoires pour l'attribution d'un prêt. Ces hypothèses supplémentaires auraient pour conséquence de contraindre plus fortement le recours au prêt bancaire mais ne modifieraient pas les conclusions de notre modèle.

que $R_B = R + \frac{1-p_j}{p_j} [R - \delta \frac{W+F}{F}]$. Comme signalé plus haut, quel que soit le signal perçu et du fait des problèmes d'asymétrie d'information, la banque attribue à une firme de type l une probabilité de réussite supérieure à ce qu'elle est effectivement ($p_l < \tilde{p}$); alors qu'elle attribue à une firme de type h une probabilité de réussite inférieure à la probabilité réelle ($p_h > \tilde{p}$).

Ainsi, la présence d'antisélection accroît (resp. diminue) le taux d'intérêt bancaire pour les firmes de type h (resp. de type l), comparativement à un cadre sans problème d'antisélection.

Enfin, le taux d'intérêt du prêt bancaire est plus élevé lorsque la banque perçoit le signal défavorable $\tilde{s} = \underline{s}$ que lorsqu'elle perçoit le signal favorable $\tilde{s} = \overline{s}$, quel que soit le type de la firme.

Si le projet réussit, l'entrepreneur reçoit (en $t = 2$) le rendement du projet diminué du remboursement du prêt; s'il échoue la banque récupère les actifs donnés en garantie et il doit dans tous les cas tenir compte du coût d'opportunité des fonds qu'il a investis lui-même dans le projet, RW . L'espérance de profit de l'entrepreneur lorsque le projet est financé par prêt bancaire (notée $\mathbb{E}(\Pi_{E,j}^B)$) s'écrit alors :

$$\mathbb{E}(\Pi_{E,j}^B) = p_j [(R_E(F+W) - R_B(\tilde{s})F)] - (1-p_j)\delta(W+F) - RW. \quad (3.7)$$

En combinant (7) avec (6), il vient,

$$\mathbb{E}(\Pi_{E,j}^B) = p_j \left(R_E(F+W) - \frac{R}{\tilde{p}}F \right) + \left(\frac{p_j}{\tilde{p}} - 1 \right) \delta(W+F) - RW. \quad (3.8)$$

Toutes choses égales par ailleurs, la firme doit posséder une rentabilité suffisante pour rembourser le prêt que lui propose la banque $\left(R_E > \frac{RF - (p_j - \tilde{p})C}{p_j \tilde{p}(F+W)} \right)$ et ainsi avoir un profit espéré non-négatif.

Le profit attendu de l'entreprise dépend à la fois de son type, par le biais de la probabilité de réussite du projet, et du signal perçu par la banque, via le taux d'intérêt du prêt bancaire. Une augmentation de la probabilité de réussite attribuée par la banque entraîne une diminution du taux d'intérêt du prêt et donc un accroissement du profit attendu de l'entreprise.

2.3 Les conditions de financement avec la société de capital-risque

La société de capital-risque est susceptible de fournir le montant F du financement en échange d'une prise de participation β au capital de l'entreprise, avec $0 \leq \beta \leq 1$. La firme peut envisager de se financer auprès de la société de capital-risque si son profit attendu avec ce type de financement est non-négatif et si, de son côté, la société de capital-risque obtient une part suffisante pour couvrir le coût de son expertise et le coût de son propre financement.

Nous supposons que la société de capital-risque identifie parfaitement le type de l'entreprise grâce à son expertise. On appelle θ le coût de l'expertise de la société de capital-risque que l'on suppose fixe. Pour investir dans le projet innovant de la firme, la société de capital-risque doit également couvrir le coût de son propre financement. D'après Bottazzi *et al.* (2004a) et Mayer *et al.* (2003), les banques jouent un rôle prépondérant dans le financement des sociétés de capital-risque européennes en investissant directement dans des sociétés de capital-risque (qui sont parfois même des filiales des banques traditionnelles) ou en investissant dans des fonds qui investissent eux mêmes dans les sociétés de capital-risque. Les autres sources de financement des sociétés de capital-risque proviennent des investissements de compagnies d'assurances, de fonds de pension ou d'investisseurs individuels privés. Nous considérons alors que la société de capital-risque se finance indirectement sur le marché monétaire et auprès d'autres intermédiaires financiers, ce qui induit un coût de son propre financement égal à :

$$R + \tau_{VC} \text{ avec } \tau_{VC} \geq 0.$$

Enfin, nous supposons que le *boni* de liquidation des actionnaires (que sont la société de capital-risque et l'entrepreneur) est nul.

On appelle $\mathbb{E}(\Omega_{VC,j})$ le gain attendu de la société de capital-risque lorsqu'elle finance la firme de type j . En cas de réussite du projet, la société de capital-risque bénéficie de la part β du rendement de la firme et dans tous les cas, elle doit supporter

les coûts inhérents à son investissement :

$$\mathbb{E}(\Omega_{VC,j}) = p_j \beta R_E (F + W) - \theta - (R + \tau_{VC}) F. \quad (3.9)$$

Le profit espéré de l'entrepreneur qui détient la part $(1 - \beta)$ de la firme lorsque cette dernière est financée par la société de capital-risque est donné par :

$$\mathbb{E}(\Pi_{E,j}^{VC}) = p_j (1 - \beta) R_E (F + W) - RW. \quad (3.10)$$

2.4 Détermination du mode optimal de financement

Les conditions sous lesquelles le financement par le biais de la société de capital-risque est possible sont connues en aussi bien par cette dernière que par l'entrepreneur, étant donnée l'absence d'asymétrie d'information dans leur relation.

D'une part, la société de capital-risque doit demander une prise de participation assez élevée pour obtenir un profit non négatif. D'autre part, la part revenant au fondateur doit également garantir à celui-ci un gain espéré suffisant.

La part minimale (notée $\beta_{\min}$) que demande la société de capital-risque pour accepter de financer l'entreprise est telle que $\mathbb{E}(\Omega_{VC,j}) = 0$, d'où

$$\beta_{\min} = \frac{\theta + (R + \tau_{VC}) F}{p_j R_E (F + W)}. \quad (3.11)$$

Notons que cette expression souligne une différence essentielle entre prêt et prise de participation : alors que le taux d'intérêt pratiqué par la banque est indépendant des performances de la firme (cf. expression (3.6)), le montant de prise de participation qui assure un profit nul à la société de capital-risque décroît avec la rentabilité du projet R_E .

La part maximale (notée $\beta_{\max}$) que peut demander la société de capital-risque est celle qui permet à la jeune entreprise innovante d'obtenir un profit espéré non-négatif et au moins égal à celui qu'elle obtiendrait avec la banque.

1. Lorsque $\mathbb{E}(\Pi_{E,j}^B) > 0$, $\beta_{\max}$ doit garantir $\mathbb{E}(\Pi_{E,j}^{VC}) \geq \mathbb{E}(\Pi_{E,j}^B)$.
2. Lorsque $\mathbb{E}(\Pi_{E,j}^B) \leq 0$, même avec $\beta_{\max} = 1$, la firme accepte de se financer auprès de la société de capital-risque.

En conséquence, la part maximale à laquelle la société de capital-risque peut prétendre est donnée par :

$$\beta_{\max} = \min \left(\frac{p_j RF - (p_j - \tilde{p})\delta(F + W)}{p_j \tilde{p} R_E (F + W)}, 1 \right). \quad (3.12)$$

Ainsi, pour que la firme se finance par le biais d'un apport en fonds propres de la société de capital-risque et que toutes deux négocient le montant de la prise de participation, il faut que l'ensemble des conditions suivantes soit vérifié :

$$0 \leq \beta_{\min} \leq \beta_{\max} \leq 1. \quad (3.13)$$

Nous sommes alors en mesure de définir le mode optimal de financement de la firme.

- Lorsque l'ensemble des conditions résumées par l'équation 3.13 est vérifié, le mode optimal de financement est un apport en fonds propres par la société de capital-risque.
- Lorsque les conditions posées par la relation 3.13 ne sont pas vérifiées,
 - si la firme présente des caractéristiques telles que la banque fixe un taux d'intérêt du prêt permettant à la firme d'avoir un profit espéré positif, alors le mode de financement optimal de la jeune entreprise innovante est un prêt bancaire.
 - si le taux d'intérêt du prêt demandé par la banque est tel que le profit espéré de la firme est négatif, alors l'équilibre est défini par l'absence de financement externe pour la firme. Dans ce cas, elle ne peut entreprendre son projet.

Le tableau 3.1 ci-après résume le déroulement du jeu .

Tableau 3.1. Déroulement du jeu

$t = 0$	<i>Détermination de $\tilde{p}$ par B en fonction du signal $\tilde{s}$</i>		
$t = 1$	<i>(3.13) vérifiée :</i>	<i>(3.13) non vérifiée :</i>	
	Financement par VC	VC impossible	
	choix : VC	$\mathbb{E}(\Pi_{E,j}^B) > 0$	$\mathbb{E}(\Pi_{E,j}^B) < 0$
$t = 2$	choix : B		Pas de financement externe
	<i>Mise en oeuvre du projet</i>		
	Résultat attendu : $p_j R_E(F + W)$		Résultat attendu : 0

Les conditions pour lesquelles le choix du mode de financement optimal est un apport en fonds propres de la société de capital-risque peuvent être précisées.

Compte tenu des hypothèses posées, $\beta_{\min} \geq 0$ est toujours vérifiée.

1. Lorsque le profit espéré par la firme en se finançant par prêt bancaire est positif, nous avons $\beta_{\max} = \frac{p_j R F - (p_j - \tilde{p}) \delta (F + W)}{p_j \tilde{p} R_E (F + W)}$. Dans ce cas, la condition $\beta_{\max} \leq 1$ est vérifiée. Par ailleurs, le montant de la participation qui permet à la société de capital-risque d'avoir un gain espéré nul est inférieur à la part maximale que la firme peut céder (*i.e.* $\beta_{\min} \leq \beta_{\max}$) si :

$$(p_j - \tilde{p}) R F - (p_j - \tilde{p}) \delta (F + W) - \tilde{p} (\theta - \tau_{VC} F) \geq 0. \quad (3.14)$$

Dans ce cas (profit espéré positif avec le financement bancaire), une condition nécessaire pour que la firme se finance par apport de fonds propres de la société de capital-risque est que la banque sous-évalue la probabilité réelle de réussite ($p_j > \tilde{p}$). Cette expression permet également de mettre facilement en évidence l'effet des garanties sur le mode optimal de financement. Le mode de financement le mieux adapté à une firme de type h (pour laquelle la banque sous-évalue la véritable probabilité de réussite) a d'autant plus de chance d'être un apport en fonds propres de la société de capital-risque que cette firme dispose de garanties peu importantes (δ faible). Réciproquement, même en ayant une probabilité de réussite sous-évaluée par la banque, il peut être intéressant

pour une firme de se financer par prêt bancaire si elle dispose de garanties suffisantes (toutes choses égales par ailleurs).

2. Lorsque le profit espéré par la firme en se finançant par prêt bancaire est négatif ou nul, nous savons que $\beta_{\max} = 1$. Il suffit alors d'avoir $\beta_{\min} \leq 1$ pour que la condition (3.13) soit vérifiée. Ainsi, une firme ayant un profit espéré négatif avec la banque se finance auprès de la société de capital-risque si la somme du coût de l'expertise et de celui du financement de la société de capital-risque est inférieur au gain espéré du projet. Notons que les conditions pour que la firme puisse se financer auprès de la société de capital-risque sont d'autant plus facilement vérifiées que la probabilité de réussite, le rendement du projet sont élevés et que le taux d'intérêt sans risque ou le coût de l'expertise sont faibles.

Ainsi, lorsque l'équation (3.13) se résume à $0 \leq \frac{\theta + (R + \tau_{VC})F}{p_j R_E (F + W)} \leq 1$ et qu'elle est vérifiée par les caractéristiques de la firme, cela signifie que cette firme, qui ne peut contracter de prêt bancaire (par exemple parce qu'elle présente un risque trop élevé, qu'elle possède des garanties insuffisantes ou encore parce que la banque sous-estime la probabilité de réussite de son projet) a accès au financement externe par le biais d'un apport en fonds propres de la société de capital-risque.

3 Les prédictions du modèle

Compte tenu de la difficulté d'accès à des données suffisamment nombreuses et complètes, nous ne sommes pas en mesure de mener une analyse économétrique des déterminants des choix de financement des jeunes entreprises innovantes. C'est la raison pour laquelle nous proposons de simuler notre modèle. Celui-ci est étalonné à partir des informations empiriques disponibles sur le financement des jeunes entreprises innovantes en France afin de fixer des valeurs plausibles des paramètres.

3.1 Etalonnage

Le montant de l'investissement nécessaire à la mise en oeuvre du projet (pris en compte dans notre modèle par la variable F) est le plus souvent d'une importance

stratégique pour la firme et ses investisseurs, ce qui explique la difficulté d'accès à cette information au niveau individuel. Par ailleurs, les enquêtes menées afin de mieux cerner le comportement des entreprises en matière d'innovation interrogent les entreprises de plus de 20 salariés¹⁰. Les entreprises nouvellement créées qui disposent de peu d'employés ne sont ainsi pas dans le champ de ces enquêtes. Pour cerner l'ordre de grandeur du montant du financement externe nécessaire à la mise en oeuvre du projet innovant d'une jeune entreprise innovante, nous nous appuyons alors sur le montant moyen que les sociétés françaises de capital-risque investissent par entreprise. Cette information est notamment collectée par l'indicateur Chausson Finance¹¹. D'après cette source, les sociétés françaises de capital-risque ont investi en moyenne 1,45 millions d'euros par entreprise en 2001. Nous posons alors $F = 1,45$. Toutefois, en utilisant cette information, nous risquons de sous-évaluer le montant réel du financement externe nécessaire au financement de jeunes entreprises innovantes, en particulier, si les firmes bénéficient également d'autres financements. Néanmoins, utiliser cette donnée permet de conduire des simulations basées sur des ordres de grandeur pas trop éloignés de la réalité. En outre, nous présentons également des simulations avec un montant F plus élevé (tableau 3.6).

Nous évaluons le montant des garanties que peuvent fournir de jeunes entreprises innovantes (la variable C de notre modèle) comme la valeur de leurs immobilisations corporelles. Cette information est disponible dans les prospectus d'introduction des firmes au Nouveau Marché. La valeur moyenne des immobilisations corporelles des firmes introduites entre 1999 et 2002 est de 1,3 millions d'euros au moment de la clôture de leur dernier bilan précédant leur introduction en bourse. Nous posons $C = 1,3$.

La mesure du coût de l'expertise de la société de capital-risque (θ) est assimilée au poids des frais de gestion prélevés par les sociétés de capital-risque. D'après CDC (2002) et Dubocage et Lhomme (2002), ce coût fixe représente 3% des montants investis. En appliquant ce pourcentage au montant moyen investi par entreprise, nous fixons $\theta = 0,043$.

Une mesure de la rentabilité des investissements effectués par les sociétés de

¹⁰C'est le cas de l'enquête communautaire CIS3 ainsi que de l'enquête sur le financement de l'innovation technologique utilisées dans les deux précédents chapitres.

¹¹www.chaussonfinance.com.

capital-risque en France est donnée par Dubocage et Lhomme (2002). D'après eux, le taux de rendement des investissements réalisés par les sociétés de capital-risque entre 1992 et 2001 s'est élevé à 28,2% en moyenne. Nous posons $R_E = 1,282$.

Nous assimilons le taux d'intérêt sans risque à celui sur les obligations assimilées du Trésor. Sur la période 1992-2001, ce dernier a été de 6,5%. Nous posons alors $R = 1,065$.

Il est difficile d'avoir une idée précise du coût du financement des sociétés de capital-risque¹². Nous décidons de fixer $\tau_{VC} = 0,050$. Ceci induit un coût du financement de la société de capital-risque égal à 11,5% et correspond donc à un quasi doublement par rapport au taux sans risque.

Il n'a pas été possible de connaître le financement initial W . Nous fixons dans un premier temps $W = 1,3$. Compte tenu des autres valeurs des paramètres, cette hypothèse conduit à considérer que le collatéral prélevé par la banque représente 47% de la totalité du projet. Nous modifions ensuite cette hypothèse dans les simulations présentées dans le tableau 3.7.

Le tableau 3.2 résume le choix des valeurs des paramètres avec lesquelles le modèle a été simulé initialement.

Tableau 3.2. Valeurs des paramètres

C	F	θ	R	R_E	W	τ_{VC}
1,300	1,450	0,043	1,065	1,282	1,300	0,050

3.2 Les prédictions du modèle sont en adéquation avec les observations empiriques

Notre modèle permet d'établir que les firmes présentant un risque très élevé n'ont pas accès au financement externe. Lorsque la probabilité de réussite du projet est plus grande, le mode de financement optimal est un apport en fonds propres de la société de capital-risque. Enfin, si le risque est faible, le financement par prêt bancaire est optimal (tableau 3.3).

Dans ce tableau, nous faisons varier la probabilité de réussite p_j et la probabi-

¹²Des discussions que nous avons eu avec des praticiens nous permettent de situer ce taux entre 10% et 15%.

lité attribuée par la banque $\tilde{p}$. Nous supposons que les entreprises de type l sont caractérisées par $p_j < 0,5$ et les entreprises de types h sont telles que $p_j \geq 0,5$.

Tableau 3.3. Effet de p_j

	p_j	$\tilde{p}$	R_B	$\mathbb{E}(\Pi_E^B)$	$\beta_{\min}$	$\beta_{\max}$	Mode de financement
E type l	0,1	0,3	1,458	-1,028	4,705	1	Pas de financement externe
	0,2	0,4	1,317	-0,716	2,352	1	
	0,3	0,5	1,233	-0,388	1,568	1	
	0,4	0,6	1,177	-0,051	1,176	1	
E type h	0,5	0,3	1,458	0,057	0,941	0,968	VC
	0,6	0,4	1,317	0,450	0,784	0,787	
	0,7	0,5	1,233	0,828	0,672	0,664	B
	0,8	0,6	1,177	1,196	0,588	0,576	
	0,9	0,7	1,137	1,561	0,522	0,508	
	1	0,8	1,107	1,922	0,470	0,455	

On observe tout d'abord que la firme n'obtient pas de financement externe si sa probabilité de réussite est trop faible. D'une part, la société de capital-risque ne peut pas financer le projet puisque détenir la totalité des parts de l'entreprise ne lui permettrait même pas d'obtenir un profit espéré positif ($\beta_{\min} > 1$). D'autre part, compte tenu du rapport $\frac{C}{F}$ et de la probabilité de réussite identifiée, la banque fixe un taux d'intérêt extrêmement élevé conduisant la firme à anticiper des pertes. Ensuite, l'accroissement de la probabilité de réussite rend les intérêts de la société de capital-risque compatibles avec ceux de la firme (l'équation (3.13) est vérifiée). Le financement externe optimal est alors l'apport en fonds propres du capital-risque. Enfin, lorsque le risque devient plus faible ($p_j = 0,7$), le taux d'intérêt pratiqué par la banque devient supportable. Dans le même temps, la participation qui assurerait à l'entrepreneur un profit espéré avec la société de capital-risque égal à celui qu'il a avec la banque ne permet pas à la société de capital-risque d'espérer un gain non-négatif ($\beta_{\min} > \beta_{\max}$). Le mode de financement optimal est alors le prêt bancaire.

Cet avantage du financement par prêt bancaire comparativement à l'apport en fonds propres de la société de capital-risque lorsque le risque du projet est faible, s'explique par le fait que la banque prélève un remboursement fixe qui ne dépend pas du rendement attendu du projet, alors que la société de capital-risque se rémunère en s'en accaparant la part β^* au détriment de l'entrepreneur.

Les simulations du modèle reproduisent ici l'évolution du mode de financement optimal des firmes au cours du déroulement de leur projet telle que l'enquête sur le financement de l'innovation technologique l'a mise en évidence (Lhomme, 2001). Dans cette enquête, les firmes interrogées détaillent notamment le mode de financement qui a leur préférence selon le stade de développement de leur projet innovant. Quel que soit l'état d'avancement du projet, les firmes préfèrent recourir au financement interne. Cependant celui-ci peut s'avérer insuffisant et les entreprises doivent alors faire appel à des financements externes. Lors des phases initiales de recherche exploratoire et de recherche et développement, alors que le risque associé au projet est très grand, les financements publics sont le mode de financement externe que les firmes déclarent préférer. En effet, compte tenu du niveau de risque du projet, si les entreprises ne peuvent avoir recours à l'autofinancement, le financement de ces phases est le plus souvent impossible en l'absence d'aides publiques. Ensuite, lorsque le projet se met en place, le risque devient acceptable et l'intérêt d'un financement par capitaux propres se dessine. Enfin, lorsque les firmes commercialisent leur produit et que le risque inhérent au projet devient faible, le recours aux prêts bancaires s'avère le plus pertinent.

Cette cohérence du modèle avec l'idée selon laquelle les banques financent les projets les moins risqués est confortée par l'examen du taux d'intérêt bancaire. Malgré les limites de la mesure des taux d'intérêt apparents présentées dans le premier chapitre, les taux d'intérêt apparents fournissent une indication des taux d'intérêt pratiqués par les banques. Planès *et al.* (2002) ont calculé que le taux d'intérêt apparent de l'endettement hors-groupe pour les entreprises innovantes (à partir des données de la Centrale de Bilans de la Banque de France) qui rencontrent des contraintes de financement s'élève à 12,1%. Notre évaluation quantitative permet de retrouver un taux d'intérêt bancaire de ce niveau pour une probabilité de réussite p_j supérieure à 0,9.

Lorsque l'on considère un problème d'anti-sélection plus sévère, le financement bancaire n'est plus optimal, même pour ces probabilités élevées de réussite (tableau 3.4). Dans ce tableau, nous faisons varier la probabilité de réussite du projet p_j tout en maintenant constante la probabilité de réussite attribuée par la banque $\tilde{p}$. Quand le problème d'asymétrie de l'information est inexistant ($p_j = \tilde{p} = 0,5$) ou faible (ici avec $p_j - \tilde{p} \leq 0,2$), la firme se finance par prêt bancaire dès lors que son profit espéré est positif. Ensuite, en augmentant la probabilité de réussite du projet nous renforçons le problème d'anti-sélection tout en améliorant la valeur attendue de l'investissement. Les intérêts de la société de capital-risque deviennent compatibles avec ceux de l'entrepreneur. La firme se finance alors auprès de la société de capital-risque. Les valeurs des bornes de la prise de participation β sont à comparer avec la composition de l'actionnariat des firmes du Nouveau Marché au moment de leur introduction en bourse¹³. En moyenne, le fondateur détient 45% des parts de l'entreprise et les sociétés de capital-risque près de 39%, leur participation médiane étant de 45% (tableau 3.5).

La part de la société de capital-risque dans notre modèle est la plus proche de la participation moyenne observée sur ces données lorsque que la probabilité de réussite du projet est très élevée et le problème d'anti-sélection très marqué avec la banque. Une interprétation possible peut être que les sociétés de capital-risque financent des firmes ayant une probabilité de réussite élevée, leur expertise ayant permis de les identifier. Ceci peut être renforcé par le biais de sélection inhérent aux firmes du Nouveau Marché, l'accession en bourse ne concernant que les firmes jugées les plus performantes.

¹³Ces firmes sont relativement jeunes (l'âge médian dans notre échantillon des firmes financées par des sociétés de capital-risque est de 4,7 ans). Cependant, il faut noter que ces firmes ne sont pas représentatives de l'ensemble des entreprises innovantes financées par les sociétés de capital-risque en France. De plus, toutes ne remplissent pas les conditions rappelées en introduction permettant d'attribuer le statut de "jeune entreprise innovante" à une firme, en particulier celle d'être réellement nouvelle.

Tableau 3.4. Effet de p_j à $\tilde{p}$ fixé

p_j	$\mathbb{E}(\Pi_E^B)$	$\beta_{\min}$	$\beta_{\max}$	Mode de financement
0,1	-0,996	4,705	1	Pas de financement externe
0,2	-0,692	2,353	1	
0,3	-0,388	1,568	1	
0,4	-0,084	1,176	1	
0,5	0,220	0,941	0,875	B
0,6	0,524	0,784	0,752	
0,7	0,828	0,672	0,665	
0,8	1,131	0,589	0,599	VC
0,9	1,436	0,522	0,548	
1	1,740	0,470	0,507	

Avec $\tilde{p} = 0,5$ **Tableau 3.5. Composition du capital social des entreprises financées par le capital-risque au moment de leur introduction au Nouveau Marché (1999-2002)**

	Fondateur	Ensemble des dirigeants dont le fondateur	Investisseurs spécialisés	Autres entreprises	Divers
Moyenne	45.08%	51.34%	38.90%	3.42%	6.34%
Médiane	42.83%	49.16%	45.42%	0%	2.69%

Source : Euronext, calculs de l'auteur

3.3 Autres implications du modèle

3.3.1 L'apport en fonds propres du capital-risque s'avère optimal pour les projets nécessitant un financement externe d'un montant important.

Cet effet de la taille du projet sur le mode optimal de financement est mis en évidence dans le tableau 3.6. Lorsque le financement externe nécessaire à la mise en place du projet n'est pas trop important, le prêt bancaire est optimal. En revanche, si la taille du projet est très élevée, alors l'entrepreneur recourt à la société de capital-risque.

En effet, lorsque le montant nécessaire au financement du projet n'est pas très important, la banque demande un taux d'intérêt acceptable pour la firme. Le profit attendu de l'entrepreneur avec le prêt bancaire est alors tel que l'entrepreneur accorde à la société de capital-risque une part du gain espéré du projet inférieure à celle qui lui permet d'avoir un gain espéré non négatif ($\beta_{\max} < \beta_{\min}$).

Toutes choses égales par ailleurs, lorsque le montant du financement du projet s'accroît, les garanties ne couvrent plus qu'une faible part du prêt, ce qui se traduit par une augmentation du taux d'intérêt bancaire et une diminution du profit attendu par l'entrepreneur avec ce financement. Dans le même temps, les exigences de l'entrepreneur vis à vis de la société de capital-risque deviennent moins grandes ($\beta_{\max}$ augmente). De plus, avec l'accroissement de F , le coût d'opportunité devient plus important pour la société de capital-risque mais le gain espéré du projet l'est également. Ainsi, la participation minimale exigée par la société de capital-risque devient inférieure à la part maximale qu'accepte de céder l'entrepreneur ($\beta_{\min} < \beta_{\max}$) et l'apport de fonds propres de la société de capital-risque constitue le mode optimal de financement de la firme lorsque le montant du financement externe nécessaire au développement de la firme est important.

Tableau 3.6. Effet de F

F	R_B	$\mathbb{E}(\Pi_E^B)$	$\beta_{\min}$	$\beta_{\max}$	Mode de financement
1,30	1,130	0,600	0,746	0,700	B
1,40	1,201	0,549	0,771	0,736	
1,50	1,263	0,498	0,796	0,769	
1,60	1,317	0,448	0,818	0,799	
1,70	1,365	0,397	0,839	0,828	
1,80	1,407	0,346	0,859	0,855	
1,90	1,446	0,295	0,877	0,880	VC
2,00	1,480	0,244	0,895	0,904	
2,10	1,511	0,193	0,911	0,926	
2,20	1,539	0,143	0,926	0,947	
2,30	1,564	0,092	0,994	0,966	

Avec $p_j = 0,6$ et $\tilde{p} = 0,5$

3.3.2 L'apport de garanties par l'entrepreneur favorise le financement externe du projet et le prêt bancaire est optimal lorsque ces garanties sont importantes.

La firme n'a pas accès au financement externe si les actifs en place sont peu importants (tableau 3.7). Si l'entrepreneur possède déjà quelques actifs, la société de capital-risque lui fournit des fonds propres : le fait que l'entrepreneur soit capable de fournir une richesse initiale permet d'espérer un rendement du projet plus élevé (et donc de diminuer $\beta_{\min}$ et $\beta_{\max}$). Il faut cependant que le montant de ces actifs permette de constituer une véritable garantie (ici $W \geq 1,6$) pour que le prêt bancaire devienne le mode de financement optimal.

Le modèle reproduit bien ce que l'on observe empiriquement. Lorsqu'un entrepreneur porteur d'un projet innovant décide de fonder sa firme, les financements initiaux sont apportés par lui-même et son entourage. Ensuite, lorsque la mise en oeuvre du projet a débuté, le fondateur se tourne vers des investisseurs spécialisés susceptibles de fournir un apport en fonds propres, ses garanties étant insuffisantes

pour obtenir un prêt bancaire. Enfin, lorsque l'activité se développe, l'entrepreneur peut fournir à la banque un collatéral suffisant pour que cette dernière lui applique un taux d'intérêt supportable. Le mode de financement externe optimal est alors un prêt bancaire.

Tableau 3.7. Effet de W

W	R_B	$\mathbb{E}(\Pi_E^B)$	$\beta_{\min}$	$\beta_{\max}$	Mode de financement
0,2	2,302	-0,318	1,308	1	Pas de financement externe
0,4	2,151	-0,164	1,166	1	
0,60	1,999	-0,010	1,053	1	
0,80	1,848	0,143	0,959	1	VC
1,00	1,697	0,297	0,881	1	
1,20	1,546	0,451	0,814	0,903	
1,40	1,394	0,605	0,757	0,797	
1,60	1,243	0,759	0,707	0,705	B
1,80	1,091	0,913	0,664	0,624	

Avec $p_j = 0,6$ et $\tilde{p} = 0,3$.

3.3.3 Rentabilité espérée et mode de financement optimal

Quand le taux de rentabilité du projet innovant est faible ($R_E = 1,08$), la firme ne peut pas accéder au financement externe (tableaux 3.8 et 3.9).

Lorsque le taux de rentabilité augmente, l'espérance de profit de l'entrepreneur s'accroît aussi bien s'il a contracté un prêt bancaire que s'il finance son projet par le biais de la société de capital-risque : d'une part, la participation minimale exigée par la société de capital-risque décroît et d'autre part, le taux d'intérêt bancaire étant un remboursement fixe, le profit espéré de la firme avec financement bancaire augmente (et $\beta_{\max}$ diminue). La firme a alors accès au financement externe. L'effet de la rentabilité sur le mode optimal de financement dépend alors de l'erreur de la banque sur la probabilité de réussite du projet. Si l'erreur de la banque est favorable à la firme, la part minimale exigée par l'entrepreneur est trop élevée pour permettre

à la société de capital-risque d'avoir un profit espéré non négatif. La firme se finance alors par prêt bancaire. Lorsque la banque sous-estime la probabilité de réussite ($\tilde{p} < p_j$), l'accroissement de la rentabilité ne permet pas à la firme d'obtenir un profit espéré avec le prêt bancaire suffisamment élevé : elle se finance auprès de la société de capital-risque. Ainsi, lorsque la firme est de type h , une rentabilité du projet élevée favorise un financement par apport de fonds propres de la société de capital-risque, toutes choses égales par ailleurs.

Tableau 3.8. Effet de R_E avec $p_j \leq \tilde{p}$

R_E	$\mathbb{E}(\Pi_E^B)$	$\beta_{\min}$	$\beta_{\max}$	Mode de financement
1,08	-0,018	1,069	1,000	Aucun
1,13	0,050	1,021	0,968	
1,18	0,118	0,978	0,889	
1,23	0,187	0,938	0,854	
1,28	0,256	0,902	0,822	
1,33	0,325	0,868	0,792	B
1,38	0,393	0,837	0,764	
1,43	0,463	0,807	0,738	

Avec $p_j = 0,5$ $\tilde{p} = 0,6$.

En résumé, les prédictions du modèle reproduisent les aspects empiriques du financement des jeunes entreprises innovantes. Le mode optimal de financement externe de la firme est un apport en fonds propres de la société de capital-risque si le projet présente un risque élevé, si le montant nécessaire à sa mise en œuvre est important ou encore s'il présente une forte rentabilité attendue. *A contrario*, le prêt bancaire est optimal si le risque d'échec est faible, si le montant du financement est relativement peu important, ou encore si la firme peut fournir des garanties solides. Enfin, si les performances attendues de la firme sont trop faibles (rentabilité attendue insuffisante, risque d'échec trop grand) ou si l'apport initial de l'entrepreneur n'est pas suffisamment important, la firme n'a pas accès au financement externe.

Tableau 3.9. Effet de R_E avec $p_j > \tilde{p}$

R_E	$\mathbb{E}(\Pi_E^B)$	$\beta_{\min}$	$\beta_{\max}$	Mode de financement
1,08	-0,120	1,069	1,000	Aucun
1,13	-0,051	1,021	1,000	
1,18	0,017	0,978	0,989	VC
1,23	0,085	0,938	0,949	
1,28	0,154	0,902	0,912	
1,33	0,223	0,868	0,877	
1,38	0,292	0,837	0,846	
1,43	0,360	0,807	0,816	

Avec $p_j = 0,5$ et $\tilde{p} = 0,4$.

4 Conclusion, limites et prolongements

Le modèle de choix de financement proposé dans ce chapitre conclut à l'existence de trois équilibres. En fonction des caractéristiques de la jeune entreprise innovante et de son projet, le mode optimal de financement du projet est : i) un prêt bancaire, ii) un apport en fonds propres de la société de capital-risque, iii) l'absence de possibilité de bénéficier d'un financement externe. Il met ainsi en évidence le rôle des caractéristiques de la firme et de son projet innovant dans la détermination du mode optimal de financement.

- Lorsque le projet innovant présente une probabilité de réussite trop faible, la firme n'a accès à aucun financement externe. Pour une probabilité de réussite suffisante, le financement optimal est un apport en fonds propres de la société de capital-risque. Quand le risque devient faible, le prêt bancaire est le mode de financement optimal. Cet effet du risque sur le choix optimal de financement permet de reproduire les aspects factuels de l'évolution du financement d'une firme innovante de sa création à son développement.

- Le rôle des garanties dans le choix de financement est similaire. Lorsque l'entrepreneur ne dispose que de peu de richesse préalable, il n'a pas accès au financement externe. En pratique, l'amorçage du financement se fait par le capital de proximité

(essentiellement constitué des apports du fondateur ainsi des investissements de sa famille et de ses proches) et par les soutiens publics d'aide à la création d'entreprise. Une fois que le démarrage du projet est acquis et que l'entrepreneur dispose de quelques actifs, le mode de financement optimal est un apport en fonds propres par une société de capital-risque. Ensuite, lorsque la firme possède des garanties suffisantes, le prêt bancaire s'avère optimal.

- Les projets nécessitant un financement externe d'un montant relativement faible peuvent être financés par des prêts bancaires alors que dans le cas où le montant du financement externe nécessaire est important un apport en fonds propres par une société de capital-risque est optimal.

- Un taux de rentabilité du projet élevé favorise le financement en fonds propres de la société de capital-risque, si la banque sous-estime la probabilité de réussite du projet.

- Enfin, l'importance du rôle du problème d'anti-sélection est mise en avant, les sociétés de capital-risque acceptant de financer certaines firmes auxquelles les banques appliqueraient des taux d'intérêt extrêmement élevés compte tenu de leur mauvaise évaluation de la probabilité de réussite du projet et donc de son rendement espéré.

Le modèle envisagé ici permet d'établir le mode de financement adapté aux jeunes entreprises innovantes compte tenu de leurs caractéristiques. Il présente toutefois de réelles limites et pourrait être enrichi dans de futurs travaux. Par exemple, nous supposons que la probabilité de réussite du projet est exogène. On pourrait envisager qu'elle dépende des caractéristiques de l'entreprise, et dans une perspective dynamique, qu'elle est affectée par les flux successifs de financement de la *start-up*. En outre, notre modélisation suppose l'existence d'un problème d'antisélection entre la banque et la firme et l'absence de problèmes informationnels avec la société de capital-risque. Or comme l'investisseur est directement intéressé aux résultats de la firme, des problèmes d'aléa moral sont susceptibles de se poser avec le fondateur de l'entreprise. Dans ce cadre, pour veiller à ce que l'entrepreneur agisse dans l'intérêt de la société de capital-risque, il faudrait que cette dernière mette en place des mécanismes incitatifs comme un financement séquentiel.

Par ailleurs, il serait souhaitable d'examiner cette question d'un point de vue

empirique à partir de données individuelles. Une approche empirique intéressante serait d'étudier l'impact des caractéristiques de jeunes entreprises innovantes (nombre d'employés, part du personnel hautement qualifié dans le total des emplois, âge, actifs tangibles, niveau des dépenses en R&D, secteur d'activité, chiffre d'affaires, etc...) sur la probabilité qu'elles se financent par prêts bancaires et/ou par apport de fonds propres auprès de sociétés de capital-risque. Le faible nombre d'études de ce type témoigne de la difficulté d'avoir accès aux informations nécessaires. Outre la difficulté d'accès aux données des sociétés de capital-risque, cette source risquerait de présenter un biais de sélection important en ne fournissant des informations que sur les entreprises qui se sont adressées à elles. La meilleure solution consisterait alors à construire une enquête auprès des entreprises nouvellement créées (par exemple dans des secteurs de haute technologie) et les interroger sur leurs modes de financement.

Annexe : Description des données du Nouveau Marché

Nous utilisons, comme Bottazzi et Da Rin (2002), les prospectus d'introduction des firmes en bourse sur les marchés spécialisés des valeurs de croissance. afin d'avoir des informations comptables et descriptives portant sur les années précédant l'introduction en bourse des firmes. Les firmes présentent leurs comptes pour les années précédant l'introduction en bourse, des informations sur la politique de R&D et sur les fondateurs de l'entreprise ainsi que la composition et l'évolution du capital social. Ainsi, les entreprises qui ont recours à un financement par apport de fonds propres d'investisseurs spécialisés peuvent être identifiées. Il faut cependant être conscient du biais de sélection inhérent à ces données : seules les entreprises qui ont survécu jusqu'à leur introduction en bourse peuvent être étudiées et de plus, les entreprises qui entrent sur le Nouveau Marché sont considérées comme étant les plus prometteuses. Les prospectus d'introduction des entreprises au Nouveau Marché ont été collectés sur les sites Internet de la Commission des Opérations de Bourse et ceux des entreprises elles-mêmes. Les sociétés financières, les entreprises de l'audiovisuels du fait de leur structure de financement particulière ainsi que les entreprises dont le capital avait déjà été ouvert (il s'agit de transferts du marché libre au nouveau marché) ont été écartées. Afin d'identifier le rôle du capital-risque dans le financement de ces entreprises, la composition du capital social au moment de leur introduction en bourse a été reconstituée en fonction de la nature des actionnaires répartis selon quatre catégories :

- les actionnaires-dirigeants (fondateurs, membres de la direction ou du management),
- les investisseurs spécialisés (il peut s'agir de sociétés de capital-risque indépendantes, de filiales de sociétés d'assurances ou de banques, ou encore de filiales de grands groupes industriels spécialisées dans le financement de jeunes entreprises innovantes),
- d'autres entreprises avec qui sont conclus des partenariats industriels,
- une catégorie « divers » où l'on a regroupé les actionnaires salariés, les personnes physiques (qui peuvent donc être des business angels mais dont on ne possède pas

de moyen de les identifier et de les définir comme tels).

Dans les prospectus, la composition du capital social avant l'introduction en bourse est systématiquement donnée sous forme de tableau. Les différents types d'actionnaires ne sont pas toujours regroupés par catégories (fondateurs, managements, investisseurs, partenaires industriels, personnes physiques et autres) dans ce tableau. Il faut alors reconstruire ces catégories à partir des informations fournies dans le prospectus (essentiellement à l'aide de l'historique de l'entreprise et de son organigramme). Notre base de données comprend 58 entreprises introduites au Nouveau Marché entre janvier 1999 et décembre 2002 (tableau 3.A).

Tableau 3.A. Composition de l'échantillon

Années	1999	2000	2001	2002	2003
Nombre de firmes introduites au Nouveau Marché	32	52	10	2	0
Nombre d'entreprises dans l'échantillon	18	36	3	1	0

Source : Bottazzi et Da Rin (2002), Euronext, calculs de l'auteur

Conclusion générale

La nécessité d'innover est au coeur des préoccupations des entreprises et des pouvoirs publics nationaux et européens comme le soulignent les nombreuses mesures de soutien à l'innovation et à son financement (telles que la création de l'Agence Nationale de la Recherche ou celle des pôles de compétitivité, cf. le rapport de J.L. Beffa (2005)). Cependant, certaines questions relatives au financement de l'innovation ne trouvent pas de réponse dans la littérature empirique existante, notamment dans le cas français.

Les travaux qui se sont intéressés à l'accès aux financements externes pour les entreprises innovantes sont peu nombreux. Ils portent principalement sur le rôle des financements publics destinés aux entreprises innovantes (cf. David *et al.*, 2000 ; Duguet, 2004) mais l'accès de ces entreprises aux sources privées de financement reste peu exploré. Or, l'analyse du financement externe des entreprises engagées dans des activités innovantes à partir des données de la Centrale de Bilans de la Banque de France fait apparaître qu'elles recourent moins fréquemment, et dans des proportions moindres, aux emprunts bancaires, alors même qu'elles semblent bénéficier de taux d'intérêt plus faibles que les non innovantes. On peut alors se demander si ces entreprises innovantes ne font pas face à des contraintes financières spécifiques qui conduiraient celles aux caractéristiques les meilleures à se financer effectivement à des taux d'intérêt plus favorables.

L'effet de l'existence de potentielles difficultés de financement sur l'innovation des entreprises est une autre question à laquelle la littérature n'apporte pas de conclusion tranchée. Les travaux antérieurs étudient la sensibilité de l'investissement en recherche et développement (ou celle de la propension à engager des activités innovantes) à des indicateurs de richesse des entreprises pour mettre en évidence

l'impact des contraintes financières. La majorité des travaux trouvent une relation positive entre les dépenses de R&D et la richesse de l'entreprise mais ces résultats sont toutefois contrastés selon les méthodes utilisées (cf. Harhoff, 1998) et selon les pays considérés (par exemple Bond *et al.*, 1999). De plus, l'interprétation de la sensibilité de l'investissement à la richesse de l'entreprise (mesurée par le cash flow ou les profits de la firme) comme révélatrice de la présence de contraintes financières a été critiquée dans la littérature du fait que l'effet positif de ces variables sur les décisions d'investissement peut également s'expliquer par une profitabilité anticipée élevée.

Enfin, le débat public s'est souvent focalisé ces dernières années sur le financement des jeunes entreprises innovantes, les *start-up*, perçues comme une source importante d'innovation, en particulier dans les secteurs de haute technologie. Des mesures ont d'ailleurs été prises par les pouvoirs publics pour favoriser le développement des financements des investisseurs en capital-risque. Sur le plan théorique, la littérature a connu des développements importants dans la période récente. Ceux-ci ont porté sur le traitement des problèmes d'aléa moral entre ces investisseurs spécialisés et le fondateur de l'entreprise en étudiant les mécanismes incitatifs nécessaires à l'implication de chacun d'entre eux pour la réussite de la *start-up*. Toutefois, peu d'études se sont attachées à expliquer pourquoi les financements des investisseurs en capital-risque peuvent se révéler indispensables au développement de certaines entreprises (Ueda, 2004).

L'analyse menée dans cette thèse a donc visé à apporter de nouveaux éclairages sur chacune de ces questions, tant au plan théorique qu'empirique.

Dans le premier chapitre, nous proposons une estimation structurelle de la probabilité qu'une firme contracte de nouveaux emprunts bancaires afin de déterminer si les entreprises innovantes font face à des contraintes financières spécifiques. La thèse propose d'explorer la piste de l'existence d'un biais de sélection pour tenter de résoudre le paradoxe du moindre recours des entreprises innovantes aux emprunts bancaires associé à leurs taux d'intérêt plus faibles. À cette fin, nous modélisons la demande latente d'emprunts bancaires d'une firme en fonction du taux d'intérêt latent offert par les banques. L'existence de problèmes informationnels entre la firme et les banques est prise en compte par le biais de deux hypothèses. D'une part, nous

considérons que le taux d'intérêt latent offert par les banques s'établit en fonction des caractéristiques de risque et de rentabilité de l'entreprise qu'elles perçoivent. Le taux d'intérêt latent dépend ainsi des performances antérieures de l'entreprise, de ses garanties tangibles et du montant demandé. Nous faisons l'hypothèse que ce dernier a un effet positif sur le taux d'intérêt offert par les banques et croissant avec la sévérité des problèmes informationnels rencontrés. D'autre part, nous considérons que l'existence de ces problèmes informationnels conduit les firmes à adopter une stratégie hiérarchique de financement. Les financements internes sont donc préférés aux financements externes. En écrivant le profit de la firme en fonction du coût (actuel et futur) des différentes sources possible de financement, la maximisation de la somme actualisée des profits futurs de la firme conduit à la détermination de sa demande latente en matière d'emprunts bancaires. Ainsi, si la productivité marginale de l'investissement financé par les nouveaux emprunts bancaires est supérieure à son coût, l'entreprise contracte de nouveaux emprunts bancaires. En revanche, si ce coût est trop élevé, par exemple du fait de problèmes informationnels, alors l'entreprise est caractérisée par une demande latente d'emprunts bancaires négative et elle ne contracte pas de nouveaux emprunts.

Notre modèle conduit donc à une spécification structurelle de la probabilité qu'une firme contracte de nouveaux emprunts bancaires. Ce modèle qualitatif dynamique est estimé sur les données d'entreprises de la Centrale de Bilans de la Banque de France appariées avec les enquêtes communautaires CIS2 et CIS3 du SESSI. Nous mettons en évidence que les entreprises engagées dans des activités innovantes rencontrent des contraintes financières spécifiques qui les conduisent à contracter des emprunts bancaires avec une probabilité plus faible que les non innovantes, toutes choses égales par ailleurs. Ces difficultés spécifiques d'accès au financement externe proviennent d'un taux d'intérêt latent offert par les banques plus élevé et d'une sensibilité de ce taux au montant demandé plus forte. Ces contraintes financières propres aux entreprises innovantes sont alors susceptibles de fournir une explication au paradoxe présenté plus haut : toutes choses égales par ailleurs, les entreprises engagées dans des activités innovantes ont une probabilité plus faible de contracter de nouveaux emprunts bancaires du fait des problèmes d'asymétrie d'information renforcés et du risque accru qu'elles représentent pour les banques, mais globale-

ment, leurs meilleures performances leur permettent de bénéficier de taux d'intérêt favorables lorsqu'elles contractent effectivement des emprunts.

La modélisation adoptée permet de pallier l'absence d'information, dans les sources dont nous disposons, sur les taux d'intérêt auxquels les prêts sont contractés. Cette étude mériterait toutefois d'être prolongée dans de futurs travaux en envisageant que l'effet des problèmes informationnels sur l'offre de crédit bancaire peut transiter par les taux d'intérêt mais également directement par les montants offerts. Plus précisément, il s'agirait de considérer que les banques peuvent demander des taux d'intérêt plus élevés à des entreprises qu'elles jugent moins fiables mais aussi qu'elles peuvent tout simplement refuser d'accorder des prêts, par exemple, si la difficulté d'évaluation du risque est trop grande ou les garanties tangibles insuffisantes. Ceci pourrait être envisagé en s'appuyant sur des données individuelles renseignant sur les caractéristiques des prêts accordés (montants et taux d'intérêt) appariées avec les données comptables des entreprises.

Dans le deuxième chapitre, nous avons étudié l'impact de l'existence des contraintes financières sur la propension des entreprises à innover. Contrairement aux travaux antérieurs qui examinent la sensibilité des dépenses de recherche et développement à des mesures de la richesse de l'entreprise, nous utilisons un indicateur direct de la présence de contraintes financières. L'usage de cet indicateur direct permet de ne pas être confronté aux difficultés d'interprétation posées par les mesures de la richesse de l'entreprise. Plus précisément, nous utilisons une mesure qualitative de l'existence de difficultés de financement. Elle est établie à partir de l'enquête sur le Financement de l'Innovation Technologique du SESSI. Dans cette enquête, les entreprises sont interrogées sur les obstacles qui les ont conduites à retarder, à abandonner ou à ne pas démarrer des projets innovants. Trois des obstacles référencés dans l'enquête peuvent être vus comme l'expression de difficultés d'accès au financement externe : des taux d'intérêt trop élevés, l'absence de source de financement et la lenteur dans la mise en place des financements. Nous considérons alors qu'une entreprise a fait face à des contraintes financières lorsqu'elle a mentionné avoir rencontré au moins l'un de ces trois obstacles.

Ces informations sur l'innovation et son financement de l'enquête FIT sont appariées avec les données de la Centrale de Bilans de la Banque de France afin de

disposer d'indicateurs sur les performances économiques des entreprises, sur leur activité, sur leur structure de financement, etc... A partir de la base de données ainsi constituée, nous estimons la propension à s'engager dans des activités innovantes en fonction des déterminants traditionnels de l'innovation (la taille de la firme, sa part de marché, l'intensité des opportunités technologiques, des effets sectoriels) et en fonction des difficultés financières qu'elle a pu rencontrer. En examinant l'effet de la richesse de l'entreprise (mesurée par le cash flow ou par le taux de marge) et celui de sa fiabilité financière (évaluée par l'importance de ses financements propres et de son endettement bancaire) sur la propension à innover, nous obtenons des résultats qui laissent à penser que les entreprises sont confrontées à des contraintes financières qui affectent significativement leur comportement innovant. L'usage de notre indicateur direct permet de confirmer cette interprétation. Nous trouvons en effet que les entreprises souhaitant entreprendre des projets innovants rencontrent des contraintes financières qui diminuent significativement la probabilité qu'elles le fassent effectivement. La présence de contraintes financières apparaît comme un facteur d'entrave à l'innovation non négligeable : l'absence de source de financement, les taux d'intérêt trop élevés du financement ou une trop grande lenteur dans la mise en place des financements réduisent, en moyenne, de plus de 20%, la probabilité qu'une entreprise s'engage dans des activités innovantes, toutes choses égales par ailleurs.

Sur le plan méthodologique, nous mettons en évidence deux types de biais qui peuvent affecter l'estimation de l'impact de la présence de contraintes financières sur la propension à innover. La première source de biais est liée à la construction du questionnaire et s'explique par un problème de sélection des entreprises interrogées sur les obstacles à l'innovation. Dans l'enquête FIT, tout comme dans les enquêtes communautaires sur l'innovation, toutes les entreprises sont interrogées sur les facteurs d'entrave à l'innovation, qu'elles aient eu des projets innovants ou non. Cependant, les entreprises n'ayant pas souhaité innover ne sont pas concernées par les obstacles à l'innovation. Ces entreprises biaisent les résultats lorsqu'elles sont introduites dans l'échantillon d'estimation, conduisant même à un effet positif de la présence de contraintes financières sur l'innovation. Ce problème est connu pour se poser avec les questions sur les obstacles à l'innovation dans les enquêtes communautaires également. Nous suggérons donc d'améliorer la cohérence des réponses des

entreprises à ces questions sur les obstacles à l'innovation en n'interrogeant sur ce point que les firmes que nous avons définies comme **potentiellement innovantes**, autrement dit, les firmes ayant eu des projets innovants.

Les résultats soulignent aussi la nécessité de tenir compte de l'endogénéité du financement et de l'investissement. La présence d'hétérogénéité inobservée et la simultanéité de la décision d'innover et de son financement créent le deuxième type de biais mis en évidence dans ce chapitre. Ce problème d'endogénéité est traité dans la thèse en estimant simultanément la probabilité qu'une firme entreprenne des projets innovants et celle qu'elle rencontre des difficultés de financement par un probit bivarié récursif. Nous envisageons de poursuivre l'investigation de cette question de l'endogénéité dans les modèles qualitatifs simultanés dans le prolongement des travaux récents d'Hajivassiliou (2006) afin d'identifier d'une part l'effet des contraintes financières sur l'innovation et d'autre part le possible effet des activités innovantes de l'entreprise sur les difficultés financières qu'elle peut rencontrer.

Enfin, le troisième chapitre traite du mode de financement des projets innovants. Il s'intéresse plus spécifiquement au financement des jeunes entreprises innovantes. En effet, pour financer leurs projets innovants les entreprises établies qui bénéficient déjà d'une activité rémunératrice s'appuient essentiellement sur leur financement interne (cf. Lhomme, 2001). En revanche, les jeunes entreprises innovantes n'ont pas cette possibilité et doivent trouver des financements externes. Ce chapitre propose un cadre théorique simple afin d'établir le mode de financement d'une jeune entreprise innovante en fonction de son risque de faillite, de sa rentabilité attendue, des garanties tangibles qu'elle peut apporter et de l'apport initial du fondateur.

Nous considérons une jeune entreprise innovante qui doit recourir à des sources externes de financement pour mettre en oeuvre son projet innovant. Elle peut s'adresser à une banque ou à une société de capital-risque. Le financement offert par la banque est un prêt. Il se caractérise donc par un remboursement du capital et des intérêts si le projet innovant de l'entreprise réussit et le prélèvement des garanties de la firme en cas de faillite de celle-ci. En outre, nous considérons que la relation entre la banque et la firme est soumise à un problème d'antisélection, la banque n'étant pas capable d'évaluer parfaitement la probabilité de réussite de l'entreprise. En échange des fonds qu'elle apporte, la société de capital-risque prend

une participation au capital de l'entreprise. Ainsi, le financement par le biais de la société de capital-risque se fait sous la forme de fonds propres. Par ailleurs, nous considérons que l'expertise scientifique et technique de la société de capital-risque lui permet de ne pas être confrontée au problème d'antisélection auquel la banque fait face.

Ce modèle est ensuite simulé à partir des informations que nous avons pu recueillir sur le financement des jeunes entreprises innovantes en France. Nous mettons en évidence que la firme se finance par fonds propres auprès de la société de capital-risque si elle présente un risque élevé, si le montant nécessaire à la mise en œuvre du projet est important ou encore s'il présente une forte rentabilité attendue. *A contrario*, le prêt bancaire est le mode de financement adopté par l'entreprise si le risque d'échec est faible, si le montant du financement est relativement peu important, ou encore si elle peut fournir des garanties solides. Enfin, si ses performances attendues sont trop faibles (rentabilité attendue insuffisante, risque d'échec trop grand) ou si l'apport initial de l'entrepreneur n'est pas suffisamment important, la firme n'a pas accès au financement externe.

Le rôle des investisseurs spécialisés auprès des entreprises en création peut donc s'avérer primordial pour les firmes confrontées à un fort problème d'asymétrie d'information, les apporteurs de capitaux traditionnels tels que les banques n'ayant pas les moyens d'évaluer correctement la qualité des projets innovants. Les sociétés de capital-risque peuvent alors apporter des financements aux firmes que leur expertise leur a permis d'identifier comme présentant une probabilité de réussite suffisante. Cependant, ils justifient leur appellation de «capital-risque» en finançant des projets plus risqués que ceux financés par les banques, du fait de leur rémunération qui est une prise de participation au capital et non un remboursement fixe, indépendant des performances de l'entreprise. La spécialisation et le renforcement des capacités d'expertise des intermédiaires bancaires traditionnels pourraient ainsi favoriser le financement de l'innovation en réduisant la sévérité du problème d'asymétrie d'information auquel ils sont confrontés. Mais outre le contenu technique et scientifique des projets des jeunes entreprises innovantes, une de leur caractéristique essentielle est leur risque : risque d'échec du projet et collatéral faible ou inexistant. Cet aspect fondamental, que le financeur ne peut négliger, souligne les limites de l'intervention

des banques traditionnelles dans le financement de ce type de projets, notamment parce qu'elles doivent respecter des règles prudentielles visant à prévenir leur risque de faillite.

Bibliographie

- [1] AFIC (2005), *Rapport sur l'activité du capital investissement en France*, disponible sur [http ://www.afic.asso.fr](http://www.afic.asso.fr).
- [2] Aghion P., Bond P., Klemm A., Marinescu I., «Technology and Financial Structure : Are Innovative Firms Different ?», *Journal of the European Economic Association*, 2(2-3), p. 277-288
- [3] Aghion P., Bloom N., Blundell R., Griffith R., Howitt P. (2005), «Competition and Innovation : An Inverted-U Relationship», *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 120(2), pages 701-728.
- [4] Almeida H., Campello M. (2006), «Financial constraints, asset tangibility, and corporate investment», NBER working paper n°12087.
- [5] Arrow K.J. (1962), «Economic Welfare and the Allocation of Resources for Innovation», in : Universities-National Bureau Committee for Economic Research, *The Rate and Direction of Inventive Activity*, Princeton.
- [6] Atzeni, G., Piga, C. (2005), «R&D investment, credit rationing and sample selection», Discussion Paper Series 2005, Economics Dept, Loughborough University.
- [7] Audretsch D., Lehmann E. (2003), «Financing high-tech growth : the role of debt and equity», *Working Paper n°2004-19*, Max Planck Institute for Research into Economic Systems.
- [8] Banque de France (2002), La Centrale de Bilans de la Banque de France, note d'information n°125.
- [9] Bardes B. (1997), «L'investissement immatériel», Bulletin de la Banque de France n° 40, p. 121-135.

- [10] Bardos M. (1998), «Detecting the Risk of Company Failure at the Banque de France», *Journal of Banking and Finance*, 22, p. 1405-1419.
- [11] Barlet C., Duguet E., Encaoua D., Pradel J. (1998), «The Commercial Success of Innovations : An Econometric Analysis at the Firm Level in French Manufacturing», *Annales d'Economie et de Statistique*, n°49/50, p. 457-478.
- [12] Beffa J.L. (2005), *Pour une nouvelle politique industrielle*, Rapport au Président de la République, La documentation Française.
- [13] Bergemann D., Hege U. (1998), «Venture capital financing, moral hazard and learning», *Journal of Banking and Finance*, 22, p. 703-735.
- [14] Bernhardt D., Krasa S. (2004), «Informed finance?», *document de travail*, University of Illinois.
- [15] Bernanke B., Gertler M. ; Gilchrist S. (1996), «The Financial Accelerator and the Flight to Quality», *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 78 (1), p. 1-15.
- [16] Bhattacharya S. (1979), «Imperfect Information, Dividend Policy, and "The Bird in the Hand" Fallacy», *Bell Journal of Economics*, The RAND Corporation, vol. 10(1), p. 259-270.
- [17] Blundell R., Griffith R., Van Reenen. (1999), «Market Share, Market value and Innovation in a Panel of British Manufacturing Firms», *Review of Economic Studies*, 66, p. 529-554.
- [18] Bond S., Harhoff D., Van Reenen J. (1999), «Investment, R&D, and Financial Constraints in Britain and in Germany», *IFS working paper*, n° 99/5.
- [19] Bond S., Meghir C. (1994), «Dynamic investment Models and the Firm's Financial Policy», *Review of economic Studies*, 61, p. 197-222.
- [20] Bottazzi L., Da Rin M. (2002), «Venture capital in Europe and the financing of innovative companies», *Economic Policy*, 34, p. 231-269.
- [21] Bottazzi L., Da Rin M. (2003), «Financing entrepreneurial firms in Europe : facts, issues, and research agenda», *Working Paper* n°958, CESifo .
- [22] Bottazzi L., Da Rin M, Hellmann T. (2004a), «The changing face of the European venture capital industry : facts and analysis» , *The Journal of Private Equity*, 7(2), p. 26-53.

- [23] Bottazzi L., Da Rin M, Hellmann T. (2004b), «Active financial intermediation : Evidence on the role of organizational specialization and human capital», *CEPR Discussion Papers* n°4794.
- [24] Canepa A., Stoneman P. (2003), «Do Financial Factors Constrain Innovation ? : a European Cross Country study», *Competition, Monopoly and Corporate Governance : Essays in Honour of Keith Cowling*, University of Warwick.
- [25] Casamatta C. (2003), «Financing and advising : optimal financial contracts with venture capitalist», *Journal of Finance*, 58, p. 2059-2086.
- [26] CDC-Direction des PME et de l'innovation (2002) «Le capital-amorçage».
- [27] Clarenc P., Kremp E., Lhomme Y. (2004), *L'innovation technologique dans l'industrie entre 1998 et 2000*, Références-chiffres clés n°250, Sessi, Ministère de l'économie, des finances et de l'industrie.
- [28] Cohen W.M., Klepper S. (1996), «A Reprise of Size and R&D», *The Economic Journal*, 106, p. 925-951.
- [29] Cohen W.M., Levin R.C (1989), «Empirical Studies of Innovation and Market Structure», in R. Schmalensee and R.D Willing, *Handbook of Industrial Organization*, North-Holland, chapter 18, p. 1060-1107.
- [30] Cornelli F., Yosha O. (2002), «Stage financing and the role of Convertible Securities», *Review of Economic Studies*, 70, p. 1-32.
- [31] Corres S, Hajivassiliou V., Ioannides Y. (2006), «An Empirical Investigation on the Dynamics of Qualitative Decisions of Firms», document de travail.
- [32] Crampes C., Encaoua D. (2002), «Micro-économie de l'innovation», *Encyclopédie de l'innovation*, éditée par P. Mustar et H. Penan, Economica.
- [33] Crépon B., Duguet E., Mairesse J. (1998), «Research, Innovation and Productivity : An Econometric Analysis at the Firm Level», *Economics of Innovation and New Technology* 7, p. 115-158.
- [34] Crépon B., Duguet E., Mairesse J. (2000), «Mesurer le Rendement de l'Innovation», *Economie et Statistique*, n°334, p. 65-78.
- [35] Czarnitzki D.(2006), «Research and Development in Small and Medium-Sized Enterprises : the Role of Financial Constraints and Public Funding», *Scottish Journal of Political Economy*, vol 53(3), p. 335-357.

- [36] Dasgupta P., Stiglitz J.E.(1980), «Industrial Structure and The Nature of Innovative Activity», *The Economic Journal*, p. 266-293.
- [37] David P., Hall B., Toole A. (2000), «Is public R&D a complement or a substitute for private R&D?», *Research Policy*, vol 29, p. 497-529.
- [38] Dewatripont M., Legros P., Matthews A. (2005), «Moral Hazard and Capital Structure Dynamics», *Journal of the European Economic Association*, 1, p. 890-930.
- [39] Dubocage E.(2003), «Le capital-risque : un mode de financement dans un contexte d'incertitude», *Thèse de doctorat*, Université Paris XIII.
- [40] Dubocage E., Lhomme Y. (2002), «Le capital-risque : un tuteur pour les jeunes pousses», *Le 4 pages*, n°165, Sessi, Ministère de l'économie, des finances et de l'industrie.
- [41] Duguet E. (2004), «Are R&D subsidies a substitute or a complement to privately funded R&D? Evidence from France using propensity score methods for non experimental data», *Revue d'Economie Politique*, 114(2), p 263-292.
- [42] Duguet E., Kabla I. (1998), « AppropriationStrategy and the Motivations to Use the Patent System in France : an Econometric Analysis at the Firm Level », *Annales d'Économie et de Statistique*, n° 49-50, p. 289-327.
- [43] Fama E. (1980), «Agency problems and the theory of the firm», *Journal of Political Economy*, 88, p. 298-307.
- [44] Fazzari S.M, Hubbard R.G., Petersen B.C. (1988), «Financing Constraints and Corporate Investment», *Brookings Papers on Economic Activity*, p. 141-195.
- [45] Fluck Z. (1999), «The Dynamics of the Manager-Shareholder Conflict», *Review of Financial Studies*, Vol. 12 (2), p. 379-404.
- [46] Gomes, J. (2001), «Financing Investment», *American Economic Review*, Vol. 91 (5), p. 1263-1285.
- [47] Gouriéroux C., Laffont J.J, Monfort A. (1980), «Coherency Conditions in Simultaneous Linear Equations Models with Endogenous Switching Regime», *Econometrica*, 48 (3), p. 75-96.

- [48] Greene W.H. (1998), «Gender Economic Courses in Liberal Arts Colleges : Further Results», *Journal of Economic Education*, p. 291-300.
- [49] Greene W.H. (2003), *Econometric Analysis*, Fifth Edition, Prentice Hall.
- [50] Guannel, Lhomme Y. (2002), «L'utilisation du calage sur marge pour les enquêtes thématiques du Sessi : un retour d'expérience», document présenté lors des journées de méthodologie statistique 2002 de l'INSEE.
- [51] Guiso, L. (1998), «High-Tech firms and credit rationing», *Journal of Economic Behaviour and Organization*, 35, p. 39-59.
- [52] Hajivassiliou V. (2006), «Efficient estimation of panel data LDV models with simultaneity, dynamics, and regressor-random effects correlation», présenté lors de la 13^{ème} Panel Data Conference à Cambridge, 7-9 juillet 2006.
- [53] Hall B. H. (1992), «Research and Development at the Firm Level : Does the Source of Financing Matter?», *NBER Working paper*, n° 4096
- [54] Hall B. H. (2002), «The Financing of Research and Development», *Oxford Review of Economic Policy*, vol 18, n°1, p. 35-51.
- [55] Harhoff D. (1998), «Are There Financing Constraints for R&D and Investment in German Manufacturing Firms», *Annales d'Economie et de Statistique*, n°49/50, p. 421-456.
- [56] Harris M., Rogers M., Siouclis A. (2003), «Modelling Firm Innovation Using Panel Probit Estimators», *Applied Economic Letters*, vol. 10(11), p. 683-686.
- [57] Heckman, J.J (1978), «Dummy Endogenous Variables in a Simultaneous Equation Model», *Econometrica*, 46, p. 931-959.
- [58] Hege U., Palomino F. et Schwienbacher A. (2003), «Determinants of venture capital performance : Europe and the United States» , *Working Paper n°1*, RICAFE.
- [59] Hellmann T. (1998), «The allocation of control rights in venture capital contracts», *RAND Journal of Economics*, 29, p. 57-76.
- [60] Hellmann T., Puri M. (2002), «Venture capital and the professionalization of start-up firms : empirical evidence», *Journal of Finance*, 52, p. 169-197.
- [61] Hellmann T (2006), «IPOs, acquisitions, and the use of convertible securities in venture capital», *Journal of Financial Economics*, vol. 81(3), p. 649-679.

- [62] Himmelberg C., Petersen B. (1994), «R&D and Internal Finance : A Panel Study of Small Firms in High-Tech Industries», *Review of Economics and Statistics*, 76, p. 38-51.
- [63] Hovakimian G., S. Titman (2006), «Corporate Investment with Financial Constraints : Sensitivity of Investment to Funds from Voluntary Asset Sales», *Journal of Money, Credit, and Banking*, n°38 (2), p. 357-374.
- [64] Hu X., Schiantarelli F. (1998), «Investment And Capital Market Imperfections : A Switching Regression Approach Using U.S. Firm Panel Data» *The Review of Economics and Statistics*, vol. 80(3), p. 466-479.
- [65] Hubbard R.G. (1998), «Capital market imperfections and investment» *Journal of Economic Literature*, 34, p. 193-225.
- [66] Hubbard R.G., Kashyap A., Whited T., (1995),. «International Finance and Firm Investment», *Journal of Money, Credit and Banking*, vol. 27(3), p. 683-701.
- [67] INSEE (2002), *L'innovation dans les entreprises*, Synthèses, n°67.
- [68] Jacquin J. (2003), «Les jeunes entreprises innovantes : une priorité pour la croissance», *Rapport du Commissariat Général au Plan*, La Documentation Française.
- [69] Janz N., Peters B. (2002), «Innovation and Innovation Success in the German Manufacturing Sector, Econometric Evidence at the Firm Level», *document de travail*.
- [70] Janz N., Lööf H., Peters B. (2003), «Firm Level Innovation and Productivity : Is there a Common Story Across Countries?», *ZEW Discussion Paper* n°03-26.
- [71] Jensen M.C, Meckling W.H. (1976), «Theory of the Firm : Managerial Behavior, Agency Costs and Ownership Structure», *Journal of Financial Economics*, p. 305-360.
- [72] Jensen, M. (1986). «Agency Costs and Free Cash Flow, Corporate Finance and Takeovers», *American Economic Review*, vol.76, p. 323-29
- [73] John K., Williams J. (1985). «Dividends, Dilution, and Taxes : A Signalling Equilibrium», *Journal of Finance*, vol. 40(4), p. 1053-70.

- [74] von Kalckreuth U. (2004), «Financial Constraints for Investors and the Speed of Adaptation : Are Innovators Special?», *Discussion Paper of the Economic Research Centre of the Deutsche Bundesbank*, No. 20/04.
- [75] Kaplan S., Zingales L. (1997), «Do Investment-Cash Flow Sensitivities Provide Useful Measures of Financing Constraints», *Quarterly Journal of Economics*, vol. 112 (1), p. 169-215.
- [76] Kaplan S.N, Zingales L. (2000), «Investment-Cash Flow Sensitivities Are Not Valid Measure of Financing Constraints», *NBER Working Paper* n°7659.
- [77] Kaplan S., Strömberg P.(2001), «Venture capitalists as principals : contracting, screening and monitoring», *American Economic Review*, vol. 91, p. 426-430.
- [78] Kaplan S., Strömberg P.(2002), « Financing contracting theory meets the real world : an empirical analysis of venture capital contracts», *Review of Economic Studies*, 90, p. 281-315.
- [79] Keuschnigg, Nielsen S.B (2003), «Public policy for start-up entrepreneurship with venture capital and bank finance», *Journal of Public Economics*, vol. 7(3), p. 515-539.
- [80] Kortum S. et Lerner J. (2000), «Assessing the contribution of venture capital and entrepreneurship», *Rand Journal of Economics*, vol. 31, p. 674-692.
- [81] Kremp E., Sevestre P. (2000), «Financement des entreprises et appartenance à un groupe», *Economie et Statistique*, n°336.
- [82] Landier A. (2004), «Start-up financing : from banks to venture capital», *document de travail*, The University of Chicago.
- [83] Leary M.T., Roberts M.R (2006), «The Pecking Order, Debt Capacity, and Information Asymmetry», *document de travail*.
- [84] Leland H., Pyle D. (1977), «Informational Asymmetries, Financial Structure, and Financial Intermediation», *The Journal of Finance*, vol. 32 (2), p. 371-387.
- [85] Lerner J. (1995), «Venture capitalist and the oversight of private firms», *Journal of Finance*, vol. 50, p. 301-318.

- [86] Lewbel (2005), «Coherency of Structural Models Containing a Dummy Endogeneous Variable», *Boston College Working Papers in Economics* n°456.
- [87] Lhomme Y. (2001) «Le financement de l'innovation technologique dans l'industrie», *Le 4 pages* n°156, Sessi, Ministère de l'économie, des finances et de l'industrie.
- [88] Lhomme Y. (2002) «Le financement de l'innovation technologique dans l'industrie», *Référence-chiffres clés* n°217, Sessi, Ministère de l'économie, des finances et de l'industrie.
- [89] Lööf H. and Heshmati A. (2002), «On the Relationship between Innovation and Performance : A sensitivity Analysis» *Working Paper Series in Economics and Finance* 0446, Stockholm School of Economics.
- [90] Maddala G.S. (1983), *Limited-dependent and Qualitative Variables in Econometrics*, Cambridge University Press.
- [91] Mairesse J., Cunéo P. (1985), «Recherche-développement et performances des entreprises. Une étude économétrique sur données individuelles», *Revue Economique*, vol. 36, n°05, p. 1001-1042.
- [92] Mairesse J., Hall B.H, Mulkay B.(1999), «Firm-Level Investment in France And The United States : An Exploration of What We Have Learned in Twenty Years», *Annales d'Economie et de Statistique*, n°55-56, p. 27-63.
- [93] Mayer C., Schoors K.,Yafeh Y. (2003), «Sources of funds and investment activities of venture capital funds : evidence from Germany, Israel, Japan and the UK», *NBER working paper* n°9645.
- [94] Miller M., Rock K.(1985), «Dividend Policy under Asymmetric Information» *Journal of Finance*, vol. 40(4), p. 1031-51.
- [95] Modigliani F., Miller M. (1958), «The cost of capital, corporation finance, and the theory of investment» , *American Economic Review*, vol. 48, p. 261-297.
- [96] Modigliani F., Miller M. (1963), «Corporate income taxes and the cost of capital : a correction», *American Economic Review*, vol. 53, p. 433-443.
- [97] Mohnen P., Therrien P. (2002), «Comparing the Innovation Performance of Canadian Firms and those of Selected European Countries : An Econometric Analysis», CIRANO, *Scientific Series*, 2002s-80

- [98] Monfardini C., Radice R. (2006), «Testing Exogeneity in the Bivariate Probit Model : a Monte Carlo Study», document de travail.
- [99] Mulkay B., Hall B.H, Mairesse J. (2001), «Firm Level Investment and R&D in France and in the United States», in Deutsche Bundesbank (ed), *Investing Today for the World of Tomorrow*, Springer Verlag.
- [100] Myers S., Majluf N. (1984), «Corporate financing and investment decisions when firms have information that investors do not have», *Journal of Financial Economics*, 13, p. 187-221.
- [101] Myers S. (1984), «The capital structure puzzle», *Journal of Finance*, vol 39 (3), p. 575-592.
- [102] Myers S. (2001), «Capital structure», *Journal of Economic Perspectives*, vol 15(2), p. 81-102.
- [103] OCDE, Eurostat (1997), *Principes directeurs pour le recueil et l'interprétation des données sur l'innovation*, 2ème édition, OCDE, Paris.
- [104] OCDE (2002), *Manuel de Frascati 2002 : Méthode type proposée pour les enquêtes sur la recherche et le développement expérimental*, OCDE, Paris.
- [105] OCDE (2005), *Manuel d'Oslo, Principes directeurs pour le recueil et l'interprétation des données sur l'innovation*, 3ème édition, OCDE, Paris.
- [106] Passet O., Du Tertre R. (2005), «Promouvoir un environnement financier favorable au développement de l'entreprise», *Rapport du groupe de projet Astypalea*, Commissariat Général du Plan.
- [107] Planès B., Bardos M., Avouyi-dovi S., Sevestre P.(2002), « Financement des entreprises industrielles innovantes : contraintes financières et risque», *Bulletin de la Banque de France*, n°98, p. 67-85.
- [108] Ploetscher C., Rottmann H., (2002), «Investment Behavior and Financing Constraints in German Manufacturing and Construction Firms : A Bivariate Ordered Probit Estimation», *ifo Studien*, Zeitschrift für empirische Wirtschaftsforschung, 48, p. 383-400.
- [109] Rivers D., Vuong Q.H. (1988), «Limited Information Estimators and Exogeneity : Tests for Simultaneous Probit Models», *Journal of Econometrics*, vol. 39, p. 347-366

- [110] Rosenberg N. (1974), «Science, Invention and Economic Growth», *Economic Journal*, vol. 84, p. 90-108.
- [111] Rosenwald F. (2001), «L'impact des conditions financières sur la décision d'investissement», *Economie et statistique* n°341-342, p. 15-28.
- [112] Schäfer D., Werwatz A. et Zimmermann V. (2004), «The determinants of debt and [private-] equity financing in young innovative SMEs : evidence from Germany», *Working Paper n°411*, German Institute for Economic Research.
- [113] Schmookler J. (1966), *Invention and Economic Growth*, Cambridge, Harvard University Press.
- [114] Schroth E., Szalay D. (2004), «Cash breeds Success : The Strategic Role of Financing Constraints in Innovation», Working paper, FAME.
- [115] Schumpeter J.A. (1942), *Capitalism, Socialism, and Democracy*, New York, Harper.
- [116] Stiglitz J., Weiss A., (1981), «Credit Rationing in Markets with Imperfect Information», *American Economic Review*, p. 393-410.
- [117] Train K. (2003), *Discrete Choice Methods with Simulation*, Cambridge University Press.
- [118] Ueda M. (2004), «Bank versus venture capital : project evaluation, screening and expropriation», *Journal of Finance*, vol. 59, p. 601-621.
- [119] Whited T.M. (1992), «Debt, Liquidity Constraints, and Corporate Investment : Evidence from Panel Data», *Journal of Finance*, vol. 47, p. 1425-1460.
- [120] Wilde J. (2000), «Identification of Multiple Equation Probit Models with Endogenous Dummy Regressors», *Economics letters*, vol. 69, p. 309-312.
- [121] Williamson S.D. (1987), «Costly Monitoring, Loan Contracts, and Equilibrium Market Rationing», *The Quarterly Journal of Economics*, February, p. 135-145.
- [122] Williamson O. (1988), «Corporate Finance and Corporate Governance», *Journal of Finance*, vol. 43, p. 567-591.
- [123] Wooldridge J. (2005), «Simple solutions to the initial conditions problem in dynamic, nonlinear panel data models with unobserved heterogeneity», *Journal of Applied Econometrics*, Volume 20 (1) , p. 39 - 54.

Résumé

Cette thèse a pour objectif de contribuer à la compréhension des problèmes de financement des entreprises liés à leur comportement innovant.

Le premier chapitre examine si les entreprises engagées dans des activités innovantes rencontrent des contraintes de financement qui leur sont spécifiques. Nous proposons un modèle structurel définissant la probabilité qu'une entreprise contracte de nouveaux emprunts bancaires. Les estimations menées à partir des données de la Centrale de Bilans de la Banque de France révèlent que les entreprises engagées dans des activités innovantes ont une probabilité plus faible de contracter de nouveaux emprunts bancaires, toutes choses égales par ailleurs, du fait d'un taux d'intérêt latent plus élevé et d'une sensibilité plus forte de ce taux au montant emprunté.

Le deuxième chapitre étudie l'impact des difficultés de financement sur le comportement innovant des entreprises à l'aide d'une mesure directe de la présence de contraintes financières fournie par l'enquête FIT (Sessi). En tenant compte de l'endogénéité de cet indicateur, nous trouvons que les entreprises souhaitant innover rencontrent des contraintes financières qui diminuent significativement la probabilité qu'elles le fassent effectivement.

Enfin, le troisième chapitre s'intéresse plus spécifiquement au mode de financement des projets innovants des jeunes entreprises innovantes. Il propose un modèle simple qui permet d'établir, en fonction des caractéristiques de l'entreprise et de son projet innovant, le mode de financement qui lui est adapté : prêts bancaires, apports de fonds propres du capital-risque ou financement interne. Le modèle est ensuite simulé à partir des informations empiriques disponibles.

Mots-clés : innovation, contraintes financières, asymétries d'information, prêts bancaires, capital-risque, variables qualitatives

Abstract

This thesis aims at analysing the existence and impact of financing constraints as possible obstacle to innovation by firms.

First, we explore the existence of specific financing constraints for innovative firms. To this end, we specify a structural model defining the probability that a firm contracts new bank loans. The estimates shows that innovative firms have a lower probability, other thing equal, to contract new bank loans because of a higher latent interest rate and a stronger sensitivity of this interest rate to the borrowed amount.

Then, the impact of financial constraints on innovation is studied. Whereas previous studies have examined the effect of financial constraints by estimating the R&D sensitivity to cash-flow, here we use a direct measure of the existence of financial constraint given by a survey (FIT, Sessi). We take into account the endogeneity of this indicator and we find that the probability to engage into innovative activities is significantly reduced by the existence of financing constraints.

Finally, we study the financing decision of young innovative companies. A simple theoretical model is proposed to established the best way to finance young innovative firms according to their features (collateral, size of the project, risk) : bank loans, venture capital or internal finance. Then, this model is calibrated with the available data.

Keywords : innovation, financing constraints, informational asymmetries, bank loans, venture capital, discrete choices models

Codes JEL : C32, C33,C35, G24, G31, O31

Laboratoires de rattachement

CREST-LMI – 15 boulevard Gabriel Péri-92245 Malakoff Cedex – France

CES-EUREQua – Université Paris I Panthéon Sorbonne – 106-112 Boulevard de l'hôpital – 75 647 Paris Cedex 13 – France