

Modélisation de la sélection adverse en capital risque par la théorie des jeux.

Jérôme Pouget

pouget@iae.univ-montp2.fr

tel : 06 75 08 86 14

Centre de Recherche sur le Management et les Marchés (CR2M)

Université Montpellier 2

Bât 29, CC 028

Place Eugène Bataillon

34 095 Montpellier Cedex 5

Modélisation de la sélection adverse en capital risque par la théorie des jeux.

Résumé

Le financement par capital risque se heurte à un premier écueil : le risque d'anti-sélection dès l'évaluation des projets. Nous proposons un modèle de théorie des jeux qui formalise l'asymétrie informationnelle et ses déterminants. La résolution du modèle indique les stratégies optimales de l'investisseur dans la recherche d'un équilibre révélateur. Elles nécessitent l'évaluation de la rente non monétaire du porteur de projet et la mise en place de procédures entraînant un coût asymétrique important en cas de manipulation du signal.

Mots clefs : Capital risque, théorie des jeux, anti-sélection.

JEL : G24, G32, G11, C72.

Abstract :

Venture Capital financing runs into an initial potential pitfall: the risk of adverse selection in project evaluation – the Entrepreneur may have an opportunist attitude. The prime risk is that of selection adverse before the first financial round. We offer a model for the game theory, which formalizes informational asymmetry. The solution to the model indicates optimal bargaining strategies for the Venture Capitalist in the quest for an informed equilibrium. The Venture Capitalist must estimate the non-monetary benefits for the Entrepreneur and the setting up of procedures leading to important asymmetrical costs in case of signal manipulation.

Key-Words: Venture Capital, game theory, adverse selection.

Introduction

La sélection des projets en capital risque se distingue sensiblement des problématiques traditionnelles de choix d'investissement. En effet, le projet d'investissement se résume bien souvent à la volonté et à la capacité du dirigeant fondateur (désormais DF) de mener à bien le projet, au plan scientifique ainsi qu'au plan managérial. Dès lors le choix d'investissement se résume au choix du DF. Les chances d'aboutir du projet reposent essentiellement sur ses épaules. Le choix de DF s'apparente à une éviction des comportements opportunistes afin d'éviter l'anti-sélection symptomatique des situations d'asymétrie informationnelle (Akerlof (1970)). Milgrom et Roberts (1997) notent que seuls les DF opportunistes sont ainsi incités à contracter afin de retirer un avantage de leur détention d'information privée.

L'investisseur en capital risque (désormais ICR) et le DF s'engagent dans un relation pré-contractuelle caractérisée par une très forte asymétrie d'information et par une forte proportion de projets non rentables (Ravid et Spiegel (1997), Bascha (2001), Hellmann (1994)). Cumming et MacIntosh (2003) notent que cette asymétrie est notamment liée au caractère innovant et technologique des projets. L'anti-sélection est alors le réel déterminant, *ex ante*, de la rentabilité de l'investissement de l'ICR.

Les comportements opportunistes des DF sont d'autant plus probables que les objectifs de ces derniers comportent des dimensions monétaires et non monétaires. La situation se rapproche en cela du conflit d'agence (Jensen et Meckling (1976)) puisque la seule dimension monétaire permettrait la congruence des intérêts de l'ICR et du DF. Il en va tout autrement puisque l'enracinement du DF (Shleifer et Vishny (1989)) est exacerbé par l'investissement intégral de son capital humain et financier dans son projet. La dimension non monétaire de sa fonction d'utilité est donc primordiale sinon exclusive et peut naturellement entraîner une forte incitation à l'opportunisme.

Nous proposons un modèle de jeu de signal qui s'attache à formaliser ces comportements opportunistes et leurs conséquences sur les stratégies des acteurs. Il intègre les caractéristiques essentielles de la situation pré-contractuelle : la réelle qualité des projets proposés, la possibilité offerte aux DF de maintenir l'asymétrie informationnelle durant la phase d'évaluation du projet et les moyens d'investigation mobilisés par l'ICR. Il permet ainsi de mettre en exergue les éventuelles stratégies des ICR visant à détecter ou à décourager les comportements opportunistes des DF.

Ce modèle propose une formalisation originale des investigations pré-contractuelles menées par les ICR comme moyen d'éviction des comportements opportunistes. De plus, la littérature propose des modèles qui se focalisent sur l'aléa moral que peut engendrer la rente non monétaire du DF au cours du développement du projet ou bien à l'occasion de la sortie de l'ICR, mais ne l'intègrent pas à l'occasion des évaluations *ex ante*.

Nous présenterons dans un premier temps les soubassements théoriques de notre modèle issus de la littérature. Les hypothèses et la construction du modèle seront ensuite présentées afin d'en permettre la résolution et l'interprétation. Nous concluons notre article après avoir évoqué les limites et les potentielles extensions du modèle.

1. Etat de l'art

L'investissement financier pratiqué par l'ICR au sein d'un projet innovant se distingue par les risques qu'il doit supporter en comparaison d'un investissement financier dans une entreprise déjà mature. Ravid et Spiegel (1997) considèrent qu'il existe une proportion infime de projets dont la valeur actuelle nette est positive, il convient donc, pour l'ICR, de financer des projets rentables.

Ruhnka et Young (1991) listent les facteurs de risque selon l'avancement du projet. Ils concernent principalement la technologie innovante et le marché potentiel. Ainsi, l'incertitude

technologique pèse à la fois sur le caractère intrinsèquement innovant du produit qui doit s'avérer et sur l'évolution de l'environnement qui peut rendre l'innovation caduque. Les risques de marché correspondent à l'absence de débouchés rentables ou bien à l'existence d'une forte concurrence.

Ce risque est aussi lié aux difficultés rencontrées par l'ICR pour appréhender la valeur potentielle de ce type d'investissement. Bascha (2001) caractérise le financement en capital risque par la grande incertitude qui pèse à la fois sur l'espérance de gain des projets financés mais aussi sur la distribution de probabilités de cette espérance. L'incertitude est ainsi double et renforce le caractère aléatoire de la rentabilité escomptée. Hellmann (1994) considère qu'il s'agit du premier problème de financement par capital-risque, la grande incertitude sur le projet et le risque élevé de faillite étant liés au fait que nul ne sait si les prévisions de production seront partiellement ou totalement atteintes. D'autant que le DF peut adopter un comportement opportuniste en manipulant les comptes présentés à l'ICR qui servent à l'évaluation du projet (Cornelli et Yosha (2003)). Les risques sont ici liés à la situation d'asymétrie informationnelle. Le DF plus que tout autre dirigeant possède une information privée sur la qualité de son projet. Ces projets comportent une grande part d'actifs immatériels qui sont contenus dans les compétences du DF. Cumming et MacIntosh (2003) ont mis ce phénomène en évidence dans leur étude¹ au sujet des projets technologiques qui représentent 70% des investissements de leurs bases de données. L'information privée étant indisponible pour l'ICR, il existe une réelle asymétrie informationnelle qui engendre des risques spécifiques pour ce dernier.

Lors de la phase de négociation, ce risque consiste principalement à la situation d'anti-sélection. Il s'agit d'un comportement opportuniste de la part du DF et qui ne peut intervenir que si ce dernier détient des informations privées ignorées de l'ICR. Ce phénomène relève de

¹ Etude à partir des données de la Canadian Venture Capital Association et de Venture Economics entre 1993 et 1996.

l'anti-sélection car seuls les DF susceptibles de tirer un bénéfice de ces informations au détriment de l'ICR acceptent de contracter (Milgrom et Roberts (1997)). En effet, le DF non opportuniste ne souhaite pas supporter les coûts que les ICR répercutent sur l'ensemble des apporteurs de projets et induits par les pertes réalisées avec les DF opportunistes.

Cette première imperfection informationnelle de marché explique l'existence des ICR selon Chan (1983). En effet, de par leur expertise, les ICR permettent une réduction de l'asymétrie informationnelle et ainsi du risque d'anti-sélection. Des agents non informés se verraient systématiquement proposer des projets de moindre qualité sur le marché du financement de l'innovation.

Afin d'éviter l'anti-sélection, les ICR procèdent à une évaluation spécifique des projets, il s'agit plus précisément des procédures d'évaluation du potentiel et on parle de *due diligences* (Mitchell, Reid et Terry (1995)).

Les évaluations sont basées sur la collecte d'information qui permettent d'éclairer les décisions de l'ICR. Outre le *business plan*², l'ICR exige de l'entrepreneur de lui présenter un *business model*³ dans lequel doivent apparaître un maximum d'information sur le projet, les dirigeants (âge, expérience professionnelle, etc.), les clients potentiels ou déjà démarchés, les fournisseurs, etc. Mais ce document doit aussi renseigner l'ICR sur la stratégie envisagée par l'entrepreneur, les moyens à mobiliser, les échéances primordiales, etc. Il s'agira, dans notre modèle, de formaliser ces évaluations dans le signal que le DF envoie à l'ICR ou, plus exactement, que l'ICR récolte auprès du DF.

Black et Gilson (1998) et Schwienbacher (2002) précisent que le DF est incité à la sortie de l'ICR dès que possible en raison du bénéfice qu'il tirera du contrôle du projet. L'intérêt que manifeste le DF au contrôle de l'entreprise peut trouver son explication dans les phénomènes liés principalement au bénéfice statutaire (Bascha et Walz (2001), Gebhardt

² Le business plan regroupe les données chiffrées prévisionnelles de l'entreprise.

³ Nous traduirons business model par modèle de développement économique ou pour simplifier par modèle de développement.

(2000), Hellmann (1994), Hellmann (2006), Kaplan et Strömberg (2001) et Schwienbacher (2004)).

En effet, les investissements pratiqués en début de développement sont par définition spécifiques car ils sont intimement liés à la connaissance et aux compétences du DF. Aghion et Tirole (1994) résumant cet état de fait en précisant qu'une idée innovante est mal définie. Afin de lui donner des contours plus nets et plus prometteurs, l'idée du DF doit prendre forme et se traduire par des avancées concrètes. La valeur du capital humain du DF est contingente au projet de financement. Hellmann (1994) parle d'intérêt scientifique, du prestige de mener son affaire. Le contrôle de l'entreprise est crucial pour le DF car il peut se voir « déposséder » de son idée et de son capital humain. L'enjeu du contrôle de l'entreprise pour le DF réside donc dans la rente privée non monétaire qu'il pourra tirer de son statut.

Dans cette optique, Cornelli et Yosha (2003) se préoccupent de l'éventuelle manipulation de l'information par l'entrepreneur qui peut aller jusqu'à maquiller ses comptes afin de présenter des résultats conformes aux attentes de l'ICR et ce, afin d'assurer la pérennité de son capital humain.

Nous noterons à la suite d'Hellmann (1994) que cette rente privée du DF, liée au contrôle de son projet, est toujours supérieure à son gain monétaire. Ce que formalise Schwienbacher (2004) dans les hypothèses de son modèle, le DF étant incité à biaiser la stratégie d'innovation dans le seul but de conserver son bénéfice privé du contrôle en orientant les choix de sortie de l'ICR. Nous intégrerons ces éléments par le biais des stratégies de falsification du signal par le DF dans notre modèle.

2. Le modèle

Nous utilisons un modèle de théorie des jeux, plus précisément un jeu de signal. En effet, il apparaît être le plus apte à transcrire la forte asymétrie informationnelle qui

caractérise la relation d'agence entre l'ICR et le DF et la séquence du processus. Conscient des risques liés à la formalisation dont la complexité croît de façon exponentielle avec les variables, nous émettrons certaines hypothèses simplificatrices afin de synthétiser les variables qui peuvent l'être.

Nous rappelons ici les phénomènes et les contraintes que notre modèle doit retranscrire :

- Il existe une infime proportion de projets à VAN positive.
- L'ICR engage des actions pour réduire l'asymétrie informationnelle sur le potentiel réel des projets.
- Le projet, en début de développement, est résumé dans l'idée du DF, dans son capital humain. Le DF est le seul à connaître le réel potentiel du projet. Il possède donc une information privée et peut être opportuniste (anti-sélection).

2.1. Les joueurs

La nature : elle est représentée par un joueur virtuel introduit en théorie des jeux afin de déterminer l'état de l'environnement. Dans notre jeu, la nature devra donc intervenir dès qu'une variable environnementale interviendra. Cette variable environnementale concerne ici la distribution naturelle de la qualité des projets.

Le DF : il est l'un des deux joueurs principaux de notre modèle et ses actions interfèrent avec celles de l'ICR. Comme nous l'avons vu, il interviendra pour révéler (ou non) des informations concernant la qualité de son projet ;

L'ICR : il est le joueur central de notre jeu car nous focalisons sur lui l'objet de notre recherche. Le choix du projet lui revient, ce qui en fait le sujet de notre problématique. Il utilisera l'information qui sera à sa disposition pour prendre la décision majeure : nouer ou ne pas nouer la relation.

2.2. Les séquences

Nous devons à présent définir la séquence de notre jeu et les actions qui peuvent être effectuées par chacun des joueurs. Nous nous placerons dans le cadre des stratégies comportementales qu'Umbhauer (2002) définit comme « une collection de distributions de probabilités, une par ensemble d'information⁴, chaque distribution portant sur un ensemble d'actions élémentaires ». L'intérêt de l'utilisation de ces stratégies, selon l'auteur, est qu'elles décentralisent le jeu et respectent la chronologie des actions. Le choix de ce cadre ne modifie pas la distribution de probabilités sur les issues possibles du jeu (Kuhn (1953)) par rapport à l'adoption du cadre de stratégies mixtes. Ces dernières, en revanche, « compressent » le temps car elles supposent les stratégies choisies une fois pour toutes en début de jeu. Nous accompagnerons donc les actions élémentaires possibles de la distribution de probabilités telle que les stratégies comportementales les commandent.

Première étape : la croyance *a priori*

La nature joue la qualité du projet présenté à l'ICR. La distribution de probabilités est donnée dans le tableau 1 p. 20.

Deuxième étape : le signal du DF

Le DF signale la qualité du projet qu'il porte. Plus exactement, l'ICR procède à l'étude du projet présenté par le DF et ce dernier lui fournit les informations demandées. Sur la base de ces informations, l'ICR se forgera une opinion qui lui permettra d'assumer la troisième étape. Nous sommes en stratégies comportementales et il convient de préciser quelles seront les stratégies de signalisation selon la qualité du projet porté par le DF, sachant que l'ICR ne distingue pas le signal envoyé par le DF d'un bon projet du signal envoyé par le DF d'un mauvais projet. Le signal envoyé ne permet pas de discriminer *a priori* les bons projets des mauvais. Le tableau 2 p. 20 formalise les stratégies de signalisation du DF.

⁴ Un ensemble d'information regroupe tous les nœuds pour lesquels l'information disponible est la même.

Troisième étape : l'ICR investit ou n'investit pas.

L'ICR se trouve ici dans un ensemble d'information. Il connaît le signal qu'il a reçu mais ne connaît pas les actions qui l'ont amené. Si l'ICR n'investit pas, il aura supporté les coûts d'évaluation sans pouvoir espérer les amortir sur une plus value future. S'il investit, il s'accorde la chance de réaliser une plus value mais il prend aussi le risque de supporter en vain de nouveaux coûts organisationnels. De la même façon, les stratégies comportementales de l'ICR dépendront du signal qu'il reçoit et sont présentées dans le tableau 3 p. 20 pour un ICR recevant un signal positif, le tableau 4 p. 20 recensant ces stratégies en cas de réception d'un signal négatif. Enfin, le tableau 5 p. 20 fait l'inventaire des ensembles d'information (EI1 et EI2) de l'ICR au moment de sa prise de décision. Le schéma 1 p. 21 présente la formule semi-développée du jeu.

2.3 Les paiements

Afin de déterminer la stratégie optimale pour l'ICR, nous devons formaliser les anticipations que formulera le DF. Sur la base de cette anticipation, nous déterminerons la stratégie que doit adopter l'ICR afin d'entraîner « la meilleure réponse » du DF qui lui soit favorable. Nous précisons dans un premier temps les paiements attendus par l'ICR.

L'ICR sera réputé n'attendre qu'une rente monétaire. Si le projet est financé et de bonne qualité, l'ICR réalise une plus-value notée PV. Si l'ICR n'investit rien, sa rente est logiquement nulle. Enfin si l'ICR investit dans un projet non rentable, il perd le montant de son investissement noté I.

La rente monétaire du DF, notée RM, réside dans l'accroissement de sa richesse tirée de revenus ou de plus-values sur son patrimoine. Elle ne peut exister que pour les projets rentables et financés.

L'ICR cherche, avant de nouer un contrat avec le DF, à évaluer le potentiel du projet. Pour ce faire, il engage une partie des coûts de surveillance. En effet, il s'agit ici de l'étape d'évaluation du projet qui a pour but de réduire l'asymétrie d'information afin de minimiser le risque d'anti-sélection. Elle est aussi l'occasion pour le DF d'engager des coûts afin de mettre des informations à disposition de l'ICR. Ainsi, l'évaluation faite par l'ICR impose au DF de rendre compte du potentiel du projet. Ces rapports (bilans prévisionnels, comptes de résultat prévisionnels, potentiel technique, marché potentiel, « business plan » et « business model », etc.) constituent un signal envoyé par le DF à destination de l'ICR.

En ce qui concerne un DF « vertueux », la signalisation de ses actions est contraignante de par la quantité d'informations à compiler et la diversité des rapports à transmettre (rapports financiers, rapports d'experts, résultats de tests, etc.). En revanche, un DF qui voudrait biaiser le signal qu'il envoie à l'ICR, à savoir établir des rapports conformes aux attentes de l'ICR alors que la réalité est toute autre, se trouve confronté à une difficulté supplémentaire : la falsification et son coût. Présenter des rapports financiers maquillés lorsque l'on est soi-même un technicien absolument pas rompu aux pratiques comptables et financières suppose sinon un investissement personnel conséquent, une complicité auprès d'un expert, complicité qui ne peut qu'avoir un coût. De la même façon, l'ICR ne manquant pas de faire valider les étapes techniques (test d'une version bêta d'un logiciel, test clinique d'une nouvelle molécule, certification d'un matériel, etc.) par d'autres compétences que celles du DF, ces rapports de progression technique ne sauraient être falsifiés sans une collusion encore une fois forcément coûteuse. Pour ces raisons, le coût de signalisation d'un DF opportuniste est largement supérieur au coût supporté par un DF non opportuniste. Ce différentiel représente le coût de falsification et sera noté F , il s'agira d'un coût essentiellement monétaire. Il peut toutefois comporter une dimension non monétaire qui concerne la réputation du DF en cas de mise à jour de la falsification. Nous considérons dans

ce cas que le projet est purement liquidé et que le DF souffrirait de cette réputation en cas de création d'un nouveau projet.

Le bénéfice privé du DF étant lié à son statut de dirigeant dans le projet, la qualification de rente ou de bénéfice statutaire semble pertinente et sera notée BS, elle n'existera que pour les DF dont le projet est financé, qu'il soit effectivement rentable ou non.

Afin de pouvoir rendre compte des stratégies comportementales, pour lesquelles ces ensembles d'information sont primordiaux, nous présentons un schéma développé du jeu, introduit par Kuhn (1953). Ce schéma 2 p. 21 rend compte de notre jeu à information complète mais imparfaite⁵.

3. Enseignements du modèle

L'intérêt de l'ICR est d'inciter les DF à se signaler correctement. Les équilibres qui aboutissent à l'identification certaine des DF par leur signal sont appelés équilibres révélateurs. Dans notre modèle, les équilibres sont révélateurs si ($\alpha^+ = 1$ et $\alpha^- = 0$) ou si ($\alpha^+ = 0$ et $\alpha^- = 1$). Ce dernier cas semble improbable car il signifie que les DF porteurs de bons projets les signalent systématiquement comme mauvais et les DF porteurs de mauvais projets les signalent systématiquement comme bons, ce qui rapprocherait le marché du financement par capital risque de la situation critique d'anti-sélection décrite par Akerlof (1970).

Nous présentons tout d'abord les contraintes pesant sur la stratégie de l'ICR. L'annexe 1 nous permet d'affirmer que l'ICR se voit conforté dans sa stratégie d'investissement lors de la réception d'un signal positif ($\beta^+ > 0$) pour des valeurs maximales de γ , α^+ , et PV et des valeurs minimales de α^- , et I.

Alors que la stratégie de renoncement à l'investissement lors de la réception d'un signal négatif ($\beta^- = 0$) est optimale pour des valeurs maximales de I et α^+ , et des valeurs

⁵ L'information complète signifie que la structure du jeu est connue des joueurs alors que l'information imparfaite signifie que tous les coups joués ne sont pas connus de tous les joueurs.

minimales de γ , α^- , et PV. Pour un même DF et donc un même projet, ces contraintes sont contradictoires pour les variables γ , I, et PV. Les seules variables permettant de concilier les stratégies de l'ICR sont donc α^+ et α^- qui doivent prendre les valeurs $\alpha^+ = 1$ et $\alpha^- = 0$.

Les stratégies comportementales du DF porteur d'un bon projet sont entièrement définies par α^+ , nous démontrons en annexe 1 que ce DF, pour maximiser son espérance de gain, doit choisir :

$$\alpha^+ = 1 \text{ si } (\beta^+ - \beta^-) > \frac{-F}{BS + RM} \text{ et } \alpha^+ = 0 \text{ sinon.}$$

Nous démontrons également en annexe 1 que l'espérance de gain pour un DF porteur d'un mauvais projet est maximisée s'il adopte la stratégie α^- telle que :

$$\alpha^- = 0 \text{ si } (\beta^+ - \beta^-) < \frac{F}{BS + RM} \text{ et } \alpha^- = 1 \text{ sinon.}$$

Confrontation des stratégies :

Pour que le porteur d'un bon projet choisisse une stratégie $\alpha^+ = 1$, nous avons vu qu'il faut $(\beta^+ - \beta^-) > \frac{-F}{BS + RM}$, ce qui autorise un vaste choix de stratégies. Toutefois, dans l'incapacité de mesurer BS, l'ICR doit envisager une valeur limite nulle et ainsi adopter une stratégie qui l'amène à financer plus souvent les projets signalés comme bons que les projets signalés comme mauvais. Ceci semble intuitif et l'ICR peut annoncer cette stratégie de façon convaincante. Le DF porteur d'un bon projet, informé de la stratégie annoncée par l'ICR, sera incité à se signaler correctement et donc à produire l'effort d'information exigé par l'ICR.

Pour que le porteur d'un mauvais projet adopte une stratégie $\alpha^- = 0$, nous avons vu qu'il faut que $(\beta^+ - \beta^-) < \frac{F}{BS}$. Pour que l'équilibre soit révélateur⁶, il faut donc que la

condition suivante soit vérifiée : $\frac{-F}{BS + RM} < (\beta^+ - \beta^-) < \frac{F}{BS}$.

⁶ Un équilibre révélateur associe à coup sûr un signal différent pour chaque type d'émetteur.

L'ICR dispose donc d'une certaine latitude quant au choix de sa stratégie au moment d'investir. Il peut choisir et annoncer un différentiel ($\beta^+ - \beta^-$) important. Ainsi, les DF portant un projet de bonne qualité recevront une incitation maximale à se signaler comme tels. Toutefois, cette annonce induit aussi une incitation pour les porteurs de mauvais projets à falsifier le signal. Cette incitation contre productive doit être contrecarrée par un rapport $\frac{F}{BS}$ élevé. L'ICR ne peut connaître et encore moins influencer la valeur que le DF portant un mauvais projet assigne à son statut même après une liquidation. La seule solution réside dans le renchérissement du coût de falsification F .

Or nous avons vu que ce coût est lié aux investigations menées par l'ICR à l'occasion de l'évaluation des projets. Ainsi, l'ICR, en renforçant cette phase d'évaluation joue sur les coûts asymétriques que vont supporter les DF qui manipulent le signal. La désutilité avérée (monétaire) et potentielle, en termes de réputation, imposée aux DF manipulant l'information est largement supérieure à celle infligée aux DF qui ne falsifient pas le signal.

Ainsi, tout élément entraînant un renchérissement de la falsification peut être interprété comme une composante de la stratégie de l'ICR contre l'anti-sélection. Les informations quantitatives prévisionnelles exigées lors des *due diligences* sont autant d'occasions d'engendrer des coûts pour les DF qui envisagent de duper les ICR. Les informations qualitatives jouent aussi un rôle majeur car elles ne demandent plus seulement de produire des états financiers réalistes somme toute falsifiables à moindre coût. Elles concernent aussi bien la nature du projet, sa faisabilité, que le modèle économique envisagé et les partenaires pressentis. La falsification nécessite alors collusion et investissement personnel, le DF étant l'essence même du projet, qui entraînent une consommation de ressources conséquentes, tant temporelles qu'éventuellement financières. Les porteurs de mauvais projets, tentés par la falsification, seront ainsi incités, au fil des *due diligences*, à

mettre fin à cette débauche de moyens et à tenter leur chance par d'autres voies (banques, « love money », etc.)

$$\text{Test de la stratégie } (\beta^+ - \beta^-) = 0 \Leftrightarrow \beta^+ = \beta^- = \beta$$

Dans le cas particulier où l'ICR adopterait et annoncerait une stratégie indifférenciée d'investissement selon le signal reçu, notre modèle apporte les conclusions suivantes.

L'espérance de gain d'un porteur de bon projet serait :

$$E(G_{DF^+}) = \alpha^+ F + \beta(BS + RM) - F = \beta(BS + RM) - (1 - \alpha^+)F$$

Dans ce cas, afin d'inciter le DF à fixer $\alpha^+ = 1$, il convient toujours de maximiser F , donc le coût asymétrique de la falsification, et maximiser β , donc annoncer une stratégie de financement quasi systématique de tous les projets, quelle que soit l'évaluation qui en a été faite. Cette stratégie et surtout son annonce incitative semble *a priori* peu tenable, elle s'avère de plus contradictoire avec l'incitation des porteurs de mauvais projets.

En effet, l'espérance de gain des porteurs de mauvais projets devient :

$E(G_{DF^-}) = \beta(BS) - \alpha^- F$, ce qui amène le DF à choisir $\alpha^- = 0$. Toutefois, si l'ICR maximise β , ce DF pourrait être tenté de falsifier le signal s'il alloue une très grande valeur à son bénéfice statutaire. Ainsi, la stratégie de l'ICR ne serait pas discriminante pour l'anti-sélection. Il lui est donc nécessaire de choisir et d'annoncer un différentiel net en termes de financement des projets. Afin de s'assurer l'éviction des comportements d'anti-sélection, il doit renchérir sensiblement le coût de falsification du signal par le biais des *due diligences*.

Ces résultats sont conformes aux observations empiriques de notre enquête exploratoire (Pouget (2004)) et des études académiques qui mettent en évidence la durée et la multiplicité des investigations pré-contractuelles menées par l'ICR (Ehrlich et al. (1994) et Kaplan et Strömberg (2003)).

4. Limites et extensions

Les limites de notre modèle concernent d'une part le caractère binaire du signal perçu et, d'autre part, le caractère exogène du bénéfice statutaire du DF (BS) et de la probabilité que le projet présenté à l'ICR soit de qualité (γ).

En effet, le signal issu des *due diligences* ne peut être réellement qu'approché par cette dichotomie manichéenne. La réalité d'un continuum des possibles pour la valeur de ce signal nous a paru de prime abord devoir être écartée pour des raisons de formalisme lié aux modèles de jeu de signal. Cette limite constitue ainsi une piste de développement possible vers un modèle définissant le signal comme une fonction continue de variables telles que la qualité du projet⁷, les compétences de l'équipe dirigeante, l'état d'avancement du projet, etc.

La deuxième limite que nous décelons dans notre modèle est de ne pas intégrer le bénéfice statutaire du DF dans l'évaluation du projet faite par l'ICR, et donc dans le signal que ce dernier reçoit. Cette rente non monétaire qui contraint, par comparaison avec le coût de falsification, la stratégie de financement de l'ICR devrait faire l'objet d'une évaluation afin d'en mesurer les conséquences sur l'incitation du DF à falsifier le signal. Cette limite constitue elle aussi une piste de recherche possible, moins du point de vue de la modélisation que du point de vue empirique. Il serait pertinent de mettre à jour les mécanismes éventuellement mis en œuvre par l'ICR afin d'estimer cette rente de situation qui pousse le DF à poursuivre son projet à n'importe quel prix, y compris celui d'une falsification fort onéreuse. Dans la pratique, l'obligation qui est faite au DF de contracter une assurance vie personnelle dont le montant du capital est communiqué à l'ICR relève certainement de ces mécanismes. Une enquête complémentaire, suivant une modélisation en continu du signal,

⁷ La qualité du projet reste, elle, binaire : un projet a une VAN >0 ou une VAN <0. Comme nous l'avons mentionné, tenter d'estimer ne serait-ce qu'une espérance de VAN paraît illusoire en capital risque.

devrait à ce titre compléter utilement le corpus théorique qui mentionne sans jamais mesurer cette rente non monétaire du DF.

De plus, l'intégration de phénomènes liés à la réputation de l'ICR pourrait rendre γ endogène, du moins partiellement. Plus que les stratégies annoncées de financement de projet lors d'une évaluation positive (β^+ et β^-), le coût de falsification du signal (F) que l'ICR fait supporter aux DF indéliçats peut devenir une variable d'orientation des DF. En effet, la réputation que peut se forger un ICR à propos des investigations qu'il mène et de leur précision permet aux porteurs de mauvais projets d'anticiper sur le coût de leur falsification. Dès lors, pour ceux d'entre eux qui accorderaient une valeur modeste à leur bénéfice statutaire au regard de ce coût, l'effet de réputation suffirait à les décourager de présenter leur projet. Ainsi, la proportion des projets rentables proposés aux ICR « réputés » serait-elle sensiblement plus importante que cette proportion dans la population totale des projets.

Enfin, la menace d'un coût de falsification élevé pourrait se poursuivre au delà des *due diligences* et trouver une réalité dans les clauses contractuelles proposées au DF en cas d'obtention d'un premier financement.

5. Conclusion

Notre modèle permet la formalisation des enjeux de l'évaluation pré-contractuelle des projets par l'ICR. Il intègre la dimension non monétaire de la fonction d'utilité du DF qui détermine en partie sa stratégie de signalisation et, par là même, l'éventuelle anti-sélection. D'autre part, les *due diligences* sont abordées au travers du renchérissement de la falsification qu'elles engendrent.

Nos conclusions permettent d'identifier les variables déterminantes du risque d'anti-sélection lors du financement par capital risque. Elles établissent ainsi l'étroite relation entre

ce risque et, d'une part, la valeur accordée par le DF à son bénéfice statutaire et, d'autre part, le coût asymétrique de falsification supporté par un DF manipulateur.

La portée opérationnelle de ces résultats réside dans la nécessaire évaluation de ce bénéfice statutaire par l'ICR afin de déterminer un niveau optimal d'investigations. En effet, ces dernières sont synonymes de coûts pour l'ICR, il convient donc d'en assurer l'efficacité. De plus, le processus d'évaluation du projet doit permettre d'arbitrer entre un coût supportable pour les DF porteurs de bons projets et un coût rédhibitoire pour les autres. La relation entre le coût de falsification et les *due diligences* reste à caractériser, notamment au travers de la variété des mesures quantitatives et qualitatives de la qualité des projets.

Annexes

Annexe 1 : démonstrations

Espérance de gain d'un ICR recevant un bon signal :

$$E(G_{S^+}) = \gamma\alpha^+\beta^+PV - (1-\gamma)\alpha^-\beta^+I \text{ d'où on tire :}$$

$$\frac{\partial E(G_{S^+})}{\partial \beta^+} = \gamma\alpha^+PV - (1-\gamma)\alpha^-I$$

Espérance de gain d'un ICR recevant un mauvais signal :

$$E(G_{S^-}) = \gamma(1-\alpha^+)\beta^-PV - (1-\gamma)(1-\alpha^-)\beta^-I$$

$$E(G_{S^-}) = \beta^-[\gamma(1-\alpha^+)PV - (1-\gamma)(1-\alpha^-)I] \text{ d'où on tire :}$$

$$\frac{\partial E(G_{S^-})}{\partial \beta^-} = \gamma[(1-\alpha^+)PV + (1-\alpha^-)I] - (1-\alpha^-)I$$

Espérance de gain du DF porteur d'un bon projet :

$$E(G_{DF^+}) = \alpha^+[\beta^+(BS + RM)] + (1-\alpha^+)[\beta^-(BS + RM - F) + (1-\beta^-)(-F)]$$

$$\Leftrightarrow E(G_{DF^+}) = \alpha^+[(\beta^+ - \beta^-)(BS + RM) + F] + [\beta^-(BS + RM) - F] \text{ d'où il vient :}$$

$$\frac{\partial E(G_{DF^+})}{\partial \alpha^+} = [(\beta^+ - \beta^-)(BS + RM) + F]$$

Espérance de gain du DF porteur d'un mauvais projet :

$$E(G_{DF^-}) = \alpha^-[\beta^+(BS - F) + (1-\beta^+)(-F)] + (1-\alpha^-)[\beta^-(BS)]$$

$$\Leftrightarrow E(G_{DF^-}) = \alpha^-[(\beta^+ - \beta^-)(BS) - F] + \beta^-(BS) \text{ d'où il vient :}$$

$$\frac{\partial E(G_{DF^-})}{\partial \alpha^-} = [(\beta^+ - \beta^-)(BS) - F]$$

Annexe 2 : Tableaux et schémas

		Actions élémentaires de la nature	
		Bonne Qualité	Mauvaise Qualité
Action		Q^+	Q^-
Probabilité		γ	$1-\gamma$

Tableau 1 : « Stratégies comportementales » de la nature sur la qualité du projet

		Actions élémentaires du DF	
		Signal Positif	Signal Négatif
Action		S^+	S^-
Stratégies du DF d'un bon projet (Q^+)		α^+	$1-\alpha^+$
Stratégies du DF d'un mauvais projet (Q^-)		α^-	$1-\alpha^-$

Tableau 2 : Stratégies comportementales de signalisation d'un DF

		Actions élémentaires lors d'un signal positif (S^+)	
		Investir	Ne pas Investir
Action		I	\bar{I}
Probabilité		β^+	$1-\beta^+$

Tableau 3 : Stratégies comportementales d'un ICR recevant un signal positif

		Actions élémentaires lors d'un signal négatif (S^-)	
		Investir	Ne pas Investir
Action		I	\bar{I}
Probabilité		β^-	$1-\beta^-$

Tableau 4 : Stratégies comportementales d'un ICR recevant un signal négatif

EI n°	L'information connue par l'ICR est :
1	Signal positif (S^+) reçu
2	Signal négatif (S^-) reçu

Tableau 5 : Définition des ensembles d'information de l'ICR dans le jeu

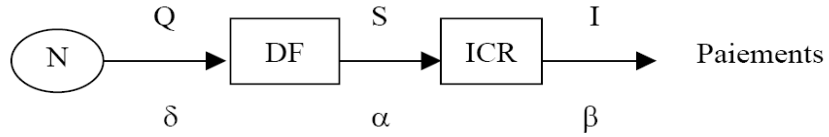


Schéma 1 : Formule semi-développée du jeu

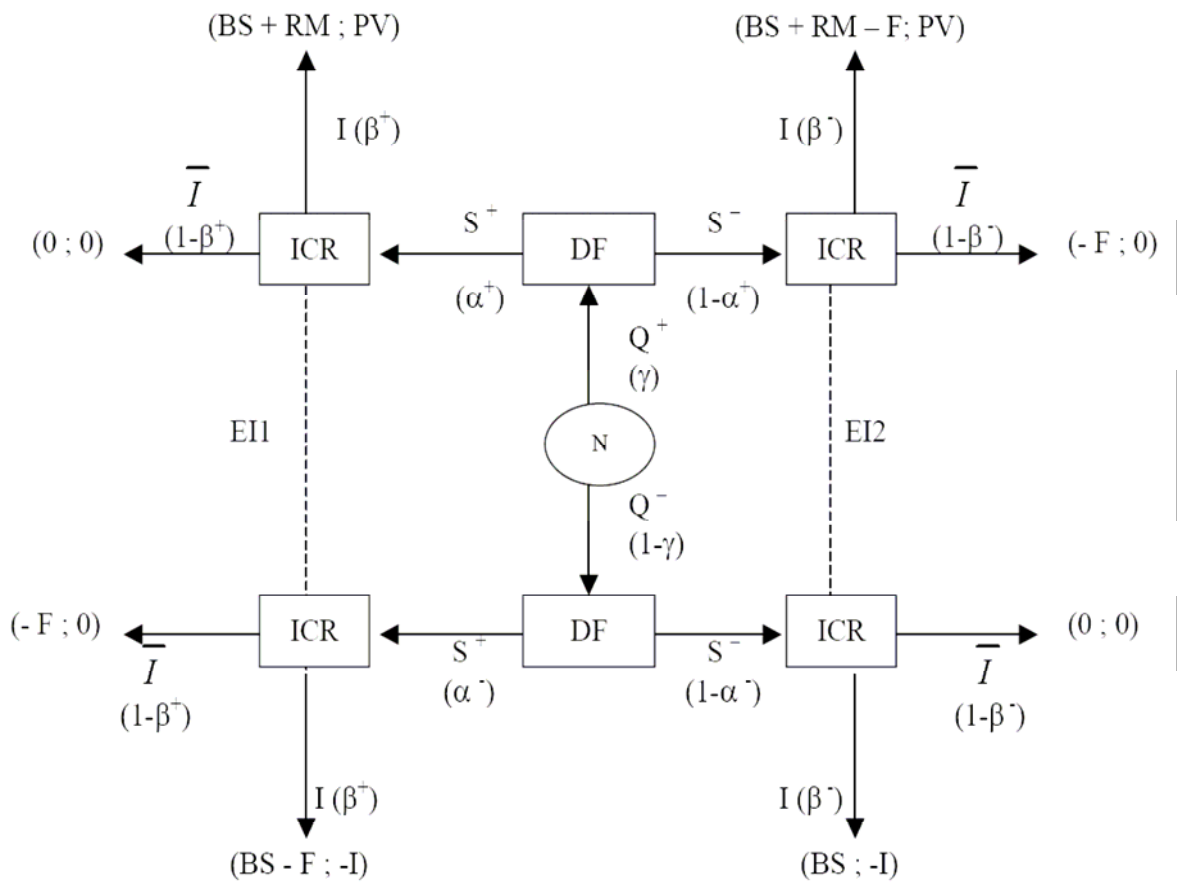


Schéma 2 : Formule développée du jeu

Bibliographie

- Aghion P., Tirole J. (1994), « The Management of Innovation », *The Quarterly Journal of Economics*, Vol.109, n°4, p.1185-1209.
- Akerlof G. A. (1970), « The Market for 'Lemons': Quality Uncertainty and the Market Mechanism », *The Quarterly Journal of Economics*, MIT Press, Vol.84, n°3, p.488-500.
- Bascha A. (2001), «Venture Capitalists Reputation And The Decision To Invest In Different Type Of Equity Securities », Working Paper Université De Tübingen.
- Bascha A., Walz U. (2001), «Convertible Securities and Optimal Exit Decisions in Venture Capital Finance », *Journal of Corporate Finance*, n°7, p.285-306.
- Black B., Gilson R. J. (1998), «Venture Capital and the Structure of Capital Markets : Bank versus Stock Markets », *Journal of Financial Economics* 47, p.243-277, in Hege, Palomino et Schwienbacher, (2003).
- Chan Y. S. (1983), «On The Positive Role Of Financial Intermediation In Allocation Of VC In A Market With Imperfect Information », *The Journal Of Finance*, Vol.38, n°5, p.1543-1561.
- Cornelli F., Yosha O. (2003), «Stage Financing and the Role of Convertible Securities», *Review of Economic Studies*, n°70, p.1-32.
- Cumming D. J., MacIntosh J. G. (2003), «A cross-country comparison of full and partial venture capital exits», *Journal of Banking & Finance*, Vol.27, n°3, Mars 2003, p.511-548.
- Ehrlich S.B., De Noble A.F., Moore T., Weaver R.R. (1994), «After the Cash Arrives: a Comparative Study of Venture Capital and Private Investor Involvement in Entrepreneurial Firms», *Journal Of Business Venturing*, Vol 9, n°1, p.67-82.
- Gebhardt G. (2000), «Innovation and Venture Capital », Econometric Society World Congress 2000 Contributed Papers from Econometric Society.

- Hellmann T. (2006), «IPOs, Acquisitions and the Use of Convertible Securities in Venture Capital», *Journal of Financial Economics*, Vol.81, n°3, p.649-679.
- Hellmann T. (1994), «*Financial Structure and Control in Venture Capital*», PhD dissertation.
- Jensen M.C. et Meckling W.H. (1976), «Theory of the Firm : Managerial Behavior, Agency Costs and Ownership Structure», *Journal Of Financial Economics*, Vol 3, n°4, p.305-360.
- Kaplan S. N. et Stromberg P. (2001), «Venture Capital As Principals : Contracting, Screening And Monitoring», *American Economic Review*, Vol.91, n°2, Mai, p.426-430.
- Kaplan S. N. et Stromberg P. (2003), «Financial Contracting Theory Meets The Real World : An Empirical Analysis Of Venture Capital Contracts», *Review of Economics Studies*, Vol.70, n°2, Avril, p.281-315.
- Kuhn H. W. (1953), «Extensive Games and the Problem of Information», in H. W. Kuhn H. W. et Tucker A. W. (eds.), *Contributions to the Theory of Games*, p.193-216 Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Milgrom P. et Roberts J. (1997), *Economics, Organization and Management*, Prentice Hall, 1992, traduction française, *Economie, Organisation et Management*, De Boeck.
- Mitchell F., Reid G., Terry N. (1995), «Post investment demand for accounting information by venture capitalists», *Accounting and Business Research*, Vol.25, n°99, p.186-197.
- Pouget J. (2004), «*Contribution à la compréhension du processus de sortie en capital risque : une approche par la théorie des jeux*», Thèse de doctorat, Université Montpellier 2.
- Ravid S. A., Spiegel M. (1997), «Optimal Financial Contracts For A Start Up With Unlimited Operating Discretion», *Journal Of Financial And Quantitative Analysis*, Vol.32, n°3, p.269-286.
- Ruhnka J. C. et Young J. E. (1991), «Some Hypotheses About Risk In Venture Capital Investing», *Journal Of Business Venturing* , Vol.6, p.115-133.

- Schwienbacher A. (2002), «An Empirical Analysis of Venture Capital Exits in Europe and in the United States», *Rapport de recherche*, Center for research in finance and management .
- Schwienbacher A. (2004), «Innovation and Venture Capital Exits», *Working Paper of The University of Amsterdam*.
- Shleifer A., Vishny R. (1989), «Management Entrenchment : The Case of Manager-Specific Investments», *Journal of Financial Economics*, Vol.25, p.123-139.
- Umbhauer G. (2002), *La Théorie des Jeux Appliqués à la Gestion* , Management et Société Eds.