

HEC MONTREAL

Modèle de formation de syndicats de prêt

par

Jean-Paul Ahouassou

**Sciences de la gestion
(Ingénierie financière)**

*Mémoire présenté en vue de l'obtention
du grade de maîtrise ès sciences
(M. Sc)*

Janvier 2014

©Jean-Paul Ahouassou, 2014

Résumé

Comment expliquer de façon efficiente le comportement des banques dans leur processus de décision lorsqu'elles participent à un syndicat de prêt ? Le présent mémoire est un essai de réponse à cette question et consiste à l'implémentation et à la validation du modèle de formation de syndicats de prêt proposé par Breton et François en 2011. En utilisant une approche de programmation dynamique dans un contexte de théorie des jeux, le modèle simule la façon dont les banques s'accordent pour syndiquer des prêts et la façon dont elles prennent leurs décisions en termes de niveau d'effort de surveillance, de partage du prêt et de structure du syndicat. Tout d'abord, nous implémentons le modèle multidimensionnel. Nous procédons par la suite à l'estimation de ses paramètres en nous basant essentiellement sur des données de syndicats de prêt extraites de la base de données Dealscan. Nous analysons alors les résultats d'équilibre obtenus qui correspondent aux comportements optimaux des banques au début d'un prêt supposé contracté à un moment stable et mature du marché de la syndication. Nous formulons enfin des hypothèses testables sur les décisions des banques que nous vérifions au moyen des données de syndicats de prêt.

Mots clés : syndicat de prêt, modèle de décision, programmation dynamique, théorie des jeux

Table des matières

Introduction	1
1 Syndication de prêt : concepts généraux et revue de littérature	4
1.1 Prêts syndiqués	5
1.2 Rôles dans un syndicat	5
1.3 Réputation	6
1.4 Effort de surveillance	7
1.5 Processus de décision stratégique	7
1.6 Revue de littérature	8
2 Modèle de formation de syndication de prêt	11
2.1 Hypothèses	12
2.2 Jeu à travers le temps	13
2.3 Fonction de profit immédiat	14
2.4 Choix de la fonction d'utilité du profit immédiat	18
2.5 Mise à jour de la réputation	19
2.6 La fonction d'utilité de long terme : dynamique du jeu	20
2.7 Maximisation de l'utilité : Jeu de leader-follower	21
2.8 Variables de décision : structure, partage, effort	23
3 Implémentation numérique	26
3.1 Introduction à la méthode numérique	27
3.2 Initialisation et mise en place de l'espace d'état	27
3.3 Evaluation de l'utilité du profit immédiat espéré	28
3.4 Calcul de l'utilité totale	29
3.5 Décision de l'effort optimal	30
3.6 Décisions optimales de structure et partage du prêt	30
3.7 Choix du leader et de la qualité d'un prêt futur	32
3.8 Condition d'arrêt	32
4 Résultats et formulation d'hypothèses testables	34
4.1 Paramétrisation	35
4.2 Décisions optimales	39
4.3 Hypothèses sur les correspondances entre décisions	47
4.4 Hypothèse sur les décisions en fonction de la qualité du prêt	50

5	Validation empirique	52
5.1	Classification des prêts	53
5.2	Tests d'hypothèse sur les correspondances entre décisions	55
5.3	Tests d'hypothèse sur les décisions en fonction de la qualité du prêt	61
	Conclusion	64
A	Classification des rôles de banque dans un syndicat	69
B	Fonctions d'utilité des profits espérés	70
C	Résultats de la simulation S^{**}	72
D	Mise à jour de la réputation des joueurs	75

Table des figures

2.1	Réputation future du joueur i en fonction des réputations actuelles des agents	20
4.1	Simulation S^* : décision du leader pour un prêt d'investissement	42
4.2	Simulation S^* : décision du participant pour un prêt d'investissement	43
4.3	Simulation S^* : décision du leader pour un prêt spéculatif	45
4.4	Simulation S^* : décision du participant pour un prêt spéculatif .	46
5.1	Classification des prêts selon la structure	54
5.2	Comparaison des fonctions de répartition de la part du leader selon le type de prêt	58
5.3	Comparaison des fonctions de répartition du nombre de conventions en présence/absence de coagents	60
5.4	Comparaison des fonctions de répartition du nombre de conventions selon la qualité du prêt	63
C.1	Simulation S^{**} : décision du participant pour un prêt d'investissement	73
C.2	Simulation S^{**} : décision du participant pour un prêt spéculatif .	74

Liste des tableaux

2.1	Jeu d'unanimité	21
4.1	Source - Taux de défaut corporatif(en pourcentage), 1998-2010, Service des investisseurs de Moody	36
4.2	Part moyenne du leader en fonction de la structure du prêt - Simulation S^*	47
4.3	Niveau d'effort de l'ensemble des agents de D en fonction de la structure et du type de prêt	48
4.4	Proportion d'effort de l'ensemble des agents de D en fonction de la structure et de la qualité du prêt	49
4.5	Part du prêt allouée aux banques invitées en fonction de leur rôle - Simulation S^{**}	50
4.6	Proportion d'effort du groupe d'agents D en fonction de la structure et du type de prêt - Simulation S^*	51
5.1	Niveau d'effort du leader en fonction de la structure et du type de prêt	54
5.2	Test de student : Comparaison des parts du leader entre les structures ACC et ACM	56
5.3	Test de student : Comparaison des parts du leader entre les structures ACM et AMM	57
5.4	Test de student : Comparaison du nombre de conventions en présence et en absence de coagents	59
5.5	Test de student sur les parts des coagents et des membres dans les structures de type ACM	61
5.6	Niveau d'effort du leader en fonction de la structure et du type de prêt	62
D.1	Formules des éléments de la mise à jour bayésienne	77
D.2	Processus de mise à jour de la réputation	78

REMERCIEMENTS

J'aimerais adresser mes sincères remerciements à ma directrice de recherche, la Professeure Michèle BRETON qui m'a donné l'opportunité de faire ma maîtrise et a établi toutes les bonnes conditions pour son déroulement. Elle a été la superviseuse idéale de part sa grande disponibilité en dépit de ses responsabilités, sa clairvoyance scientifique, ses conseils judicieux, sa sollicitude et son énorme soutien qui ont été un apport considérable dans la réalisation de ce projet.

Mes profonds remerciements au Professeur Pascal FRANCOIS, mon co-directeur, pour son soutien assidu, son regard maîtrisé sur la réalité des marchés et ses brillantes idées qui ont su me guider tout au long de ce mémoire.

Mes remerciements respectueux vont également au responsable de l'atelier de recherche, le Professeur Martin BOYER qui grâce à cet atelier mais également par ses conseils a permis une bonne progression de ce travail.

Je voudrais également exprimer ma grande gratitude à Mr. Mohamed JABIR, responsable du laboratoire LACED, pour sa grande disponibilité et ses conseils techniques qui m'ont été d'un très grand apport.

Je souhaite remercier l'Institut de Finance Mathématique de Montréal pour l'octroi du financement de ce mémoire.

Mes derniers remerciements, mais non les moindres vont à mes parents : mon père Théodore AHOASSOU, ma mère Clarisse CODJIA, ma soeur Sandrine et mon frère Thierry ainsi qu'à mes amis proches qui m'ont beaucoup soutenu et encouragé tout au long de ma maîtrise.

Introduction

Depuis les années 90, de notables changements dans la structure des prêts corporatifs ont été observés. Entre autres, les prêts alloués par syndication ont pris de l'ampleur au point d'occuper une place de choix sur les marchés. Ils ont même surclassé les formes traditionnelles de prêts relationnels privés et prêts transactionnels publics. Notons par définition que la syndication de prêt est le processus par lequel plusieurs institutions financières s'associent pour octroyer un prêt à une firme au moyen d'un unique contrat de dette. Très souvent, elle a lieu lorsque l'emprunteur sollicite un important capital qui est soit trop élevé pour être financé par une seule banque, soit excède le niveau maximal d'exposition au risque que celle-ci peut supporter. Le prêt syndiqué est ainsi une forme hybride de prêt qui a permis aux agents financiers de détenir de meilleures positions à l'égard du partage du risque de crédit, de la diversification de portefeuille (Wilson 1968), et leur a permis d'avoir une plus grande flexibilité quant à l'allocation de leur capital. Les avantages de la syndication de prêt en ont fait un processus qui a connu un essor fulgurant. Elle est désormais devenue la plus importante source de financement des entreprises à travers le monde. Au cours de la dernière décennie par exemple, le volume d'émissions des prêts syndiqués est passé de 52,66M US à 192,82M US au Canada. Sur la même période aux Etats-Unis, les émissions annuelles dépassaient le trillion de dollars US.

La syndication de prêt met en jeu d'importants flux financiers. Les agents se doivent donc de prendre des décisions élaborées en ce qui concerne leur adhésion à un syndicat, le choix de leurs partenaires, de leur rôle et de leur participation dans l'équipe. Le marché de la syndication apparaît alors comme un champ d'interactions stratégiques incluant entre autres, des problématiques d'aléa moral

et de sélection adverse (abordées par Pichler et Wilhelm, 2001), des décisions significativement basées sur les réputations des agents (traitées dans Gopalan, Nanda et Yerramilli 2009), une problématique de parasitisme (élaborée par Lee et Mullineaux, 2004), une structure conçue pour bénéficier d'avantages comparatifs et remédier à l'asymétrie d'information (voir François et Missioner-Piera, 2007). Ce jeu de décision est ainsi abordé dans plusieurs études qui considèrent la formation de l'équipe comme étant exogène. En 2011, Breton et François adoptent une approche différente. En effet, dans un contexte de théorie des jeux couplé à la programmation dynamique, ils ont mis au point un modèle permettant de dériver de façon endogène le comportement des banques et leur processus de prise de décision. En utilisant un jeu dynamique à temps discret, ils visent à modéliser le processus de la formation de la coalition en considérant un jeu hiérarchique du type leader-follower où une banque principale prend ses décisions avant les autres. Ils infèrent alors le rôle de chaque banque dans le groupe, la part de financement dont elle est responsable ainsi que la décision d'effort de surveillance qui lui est optimal de fournir.

Le présent mémoire consiste en une implémentation numérique de leur modèle qui ne peut être résolu sous forme fermée. En fonction des caractéristiques du prêt et des réputations des banques, nous parvenons à dériver les décisions optimales des joueurs, émettons des hypothèses testables que nous confrontons aux données de marché.

La suite de ce mémoire se décline en cinq parties. Dans le premier chapitre, nous expliquons les motivations du modèle et établissons les bases de son développement théorique. Ce qu'est un syndicat de prêt y est expliqué ainsi que toutes autres notions importantes dans un tel contrat. Dans le second chapitre, nous présentons le modèle de formation de syndicats de prêt développé par Breton et François (2011) sur lequel est basé notre travail. Nous y expliquons comment les banques évaluent leur profit espéré dans le modèle et comment elles prennent leurs décisions. Dans le troisième chapitre, l'implémentation numérique du modèle multidimensionnel est fournie. Le quatrième chapitre est constitué comme suit. La première section est consacrée à l'estimation des paramètres du modèle

en utilisant plusieurs bases de données dont principalement Dealscan tandis que dans la deuxième section, nous analysons les résultats d'équilibre obtenus et formulons des hypothèses liées au processus de décision des banques. Le dernier chapitre enfin porte sur les tests d'hypothèses réalisés sur les données de syndicats de prêt extraites de Dealscan.

Chapitre 1

Syndication de prêt : concepts généraux et revue de littérature

Le but de ce chapitre est de mettre en place les fondations de notre mémoire : Tout d'abord, nous fournissons un aperçu de la syndication de prêt et expliquons les principaux concepts liés à la prise de décision des agents. Par la suite, nous présentons la revue de littérature qui donne un aperçu de l'orientation des travaux effectués sur le marché de la syndication de prêt jusque là, ce qui nous permet par la suite, de relever l'intérêt de ce travail.

1.1 Prêts syndiqués

Un prêt syndiqué est un prêt où plusieurs institutions financières s'accordent pour financer une firme, au moyen d'un unique contrat de dette. Il a lieu lorsque l'emprunteur sollicite une somme qui est trop importante ou trop risquée pour être allouée par une seule banque. Le contrat établi entre l'entreprise et les banques est appelé "deal" et est en général constitué de plusieurs tranches de prêt pouvant avoir des caractéristiques différentes.

1.2 Rôles dans un syndicat

La syndication se déroule souvent par étapes. Le processus débute par des négociations des termes généraux du contrat entre une banque (appelée leader) et un emprunteur. La banque leader invite par la suite d'autres banques à participer au financement du prêt dans des proportions prédéfinies et leur propose une structure où chacune d'elles a un rôle donné.

Plusieurs rôles peuvent être observés dans la structure d'un syndicat de prêteurs. Cependant, ils peuvent tous être classés en trois grandes catégories¹, susceptibles de caractériser le degré d'implication d'une banque à l'intérieur du syndicat. On distingue ainsi :

La banque leader : elle représente la banque principale dans le syndicat.

Suite à la négociation des termes généraux du contrat avec l'emprunteur, elle se charge de réunir le syndicat de banques nécessaire pour le financement. Dans un prêt syndiqué, le leader qui peut être une banque commerciale ou une banque d'investissement a plusieurs fonctions :

- Rédiger les notes d'information
- Évaluer et collecter le paiement
- Conduire des activités de surveillance
- Choisir la structure du prêt et la part allouée à chaque participant

1. La répartition totale des rôles dans les trois catégories se trouve en annexe A

Co-agent : La formation de la coalition dans un syndicat de prêt se déroule généralement par étapes, en débutant par un groupe initial de prêteurs désignés par le leader auxquels on se réfère en tant que co-agents. Le leader leur délègue généralement plusieurs tâches administratives. Dans ce cadre, différents rôles de co-agents peuvent être observés. Par exemple, l'agent de la documentation s'occupe de la rédaction des documents du prêt, l'agent administratif évalue les annuités et peut être responsable de collecter les paiements, l'agent de la garantie met en place les garanties requises par le syndicat. Ce groupe de participants détient en général une part relativement substantielle du prêt. Il permet également de mitiger le problème d'asymétrie d'information comme l'ont montré Pascal et Missionnier-Piera, 2007.

Membre : Toutes les autres banques participant dans le syndicat sont ainsi nommées.

1.3 Réputation

Sur le marché de la syndication de prêt, la réputation d'une banque est d'une grande importance. Comme décrit dans Gopalan et al. (2009), la réputation d'une banque peut être interprétée comme "la perception du marché de sa capacité innée et de sa volonté d'évaluer la qualité de l'emprunteur et de fournir de l'effort de surveillance après qu'un prêt ait été contracté".

Il s'agit d'une propriété qui évolue dans le temps, et qui est reliée à l'historique des prêts syndiqués auxquels la banque a participé. Au moment d'intégrer un syndicat de prêt, la réputation d'une banque est importante de sorte que la réputation future qu'elle détiendra à la suite d'un syndicat est en général déjà une préoccupation majeure actuelle. Gopalan et al. (2009) expliquent que lorsque la réputation d'une banque devient faible, on note une baisse agrégée de ses activités en tant que leader sur les marchés, vu que les autres prêteurs sont moins portés à vouloir participer dans un prêt que cette banque dirige.

1.4 Effort de surveillance

Lorsqu'un prêt syndiqué est alloué, les prêteurs se doivent de conduire des activités de surveillance en ce qui concerne l'emprunteur pour s'assurer du remboursement du prêt. Ce faisant, les banques ont l'intention de prévenir un défaut de paiement, ou au moins, de réduire la perte subie en cas de défaut, permettant ainsi au syndicat de recouvrer une fraction du prêt. Plus l'effort de surveillance est important, plus faible est en effet la perte encourue. La délégation de l'effort peut se faire de façon implicite au leader et aux groupes de co-agents. Cependant, dans ce mémoire, à l'instar de Lee et Mullineaux, 2004, nous considérons que toutes les banques peuvent fournir un effort de supervision de l'emprunteur. De plus, comme dans Pichler et Wilhelm, 2001, nous percevons l'effort comme étant "relié au développement et à la maintenance de la réputation".

Il convient de noter qu'en dépit du fait que la surveillance présente l'avantage d'obtenir un recouvrement substantiel du prêt, il existe plusieurs raisons pour une banque de ne pas en faire : coût de l'effort élevé, surestimation de la qualité du prêt, détention d'une faible proportion du prêt. Puisque l'effort individuel n'est en fait ni observable, ni vérifiable, les banques peuvent décider de se soustraire à la surveillance du prêt, comme le montre Holmstrom, 1982, qui analyse le problème du parasitisme en équipe. La décision de l'effort d'un agent requiert donc une analyse stratégique des conditions du prêt à syndiquer et des réputations des autres joueurs.

1.5 Processus de décision stratégique

La syndication de prêt inclut plusieurs niveaux de décision. Dennis et Mullineaux (2000) furent les premiers à investiguer les différents facteurs affectant la décision de syndiquer un prêt, et en cas de coalition, la part de financement assignée à chaque participant. En utilisant une analyse empirique dans la base de données Dealscan, ils déduisent que les décisions des banques sont influencées par le degré de transparence, les caractéristiques du prêt ainsi que la réputation

de la banque leader. De plus, l'importance de la réputation est également relevée par Jones et al (2005) qui concluent qu'en entreprenant un prêt, les banques leaders sont préoccupées par leur réputation à moyen long terme au point de se retenir d'utiliser leurs informations privées pour un gain de court terme. Plusieurs autres études relèvent l'influence de la réputation des banques en mettant l'accent sur le fait que la succession des prêts syndiqués constituent un jeu répété entre des joueurs qui développent leur relation (Pichler and Wilhelm, 2001, Chowdhry and Nanda, 1996).

Toutes ces études montrent que chaque banque intervenant dans le syndicat de prêt prend en considération certains arguments selon que son profit espéré qui dépend de la qualité du prêt est convenable et que sa réputation future peut être améliorée. Les décisions retenues sont alors aussi bien fonctions des réputations des joueurs que des caractéristiques du prêt. Un jeu stratégique est donc joué où aussi bien le leader décide du partage et de la structure du prêt que chaque agent maximisateur, décide de son niveau d'effort de surveillance.

1.6 Revue de littérature

La plupart des études portant sur la syndication de prêt supposent que la formation du groupe est exogène et s'intéressent à l'analyse des raisons de sa constitution : le partage de risque (Wilson 1968, Chowdhry et Nanda 1996, Le 2012 dont les travaux portent sur l'écroulement de Lehman Brothers), les exigences sur les capitaux bancaires et les limites de prêt (Simons 1993 et Jones et al. 2005), le degré de transparence de l'emprunteur, la réputation de la banque leader et les caractéristiques du prêt (Dennis et Mullineaux 2000, Gopalan et al., 2009).

Un autre courant de recherche est plutôt descriptif et porte sur la taille et la structure des syndicats. Du côté de la taille, Lee et Mullineaux (2004) relèvent une corrélation significative entre les syndicats de grande taille, la réputation du leader et les caractéristiques du prêt. Sufi (2007) met en lumière que la banque leader tend à accroître la taille du syndicat afin de rendre les renégociations

difficiles et palier ainsi aux défauts stratégiques de l'emprunteur. En ce qui concerne la structure, Das et Nanda (1999) relatent que l'existence des co-agents dans le groupe est due aux avantages comparatifs qu'ils ont en termes de tâches administratives (aussi dans François et Missionier-Piera 2007, Lin et al 2012). Esty et Megginson (2003) de leur côté, trouvent qu'une structure de prêt diffuse est liée à de faibles droits pour les prêteurs ainsi qu'une mauvaise application des clauses juridiques. Un autre résultat, selon Strausz (1997) stipule que la présence de multiples co-agents dans un syndicat permet de mitiger les problèmes d'asymétrie d'information.

Dans le domaine des dérivations endogènes des décisions des agents plus proches de notre approche, on retrouve deux études théoriques. D'une part, Anand et Galetovic (2000) établissent que lorsque l'information produite par une banque d'investissement est non-exclusive et la coopération entre les agents est nécessaire pour garantir l'existence du marché. D'autre part, Pichler et Wilhem (2001) développent un modèle pour expliquer la formation des syndicats de prêt. Cependant, leur approche diffère de celle utilisée dans ce travail. En fait, non seulement ces auteurs modifient d'une certaine manière la séquence des étapes de la formation de syndicats de prêt afin de construire leur modèle (ils supposent par exemple que les banques décident de leur niveau d'effort avant même d'avoir été choisies pour participer à un syndicat), mais encore ils s'intéressent tout particulièrement à la relation entre la taille du syndicat et le problème d'aléa moral en travail d'équipe.

Le modèle utilisé a été développé par Breton et François (2011) où ils étudient le processus de formation d'un syndicat de prêt, en supposant que des joueurs asymétriques agissent stratégiquement. Ainsi, ils expliquent pourquoi les joueurs choisissent de participer à un syndicat, et quels sont les déterminants de leurs décisions dans l'équipe. Dans leur modèle la formation de l'équipe est endogène, et est ainsi reliée à la littérature sur la stabilité intrinsèque des coalitions avec participation volontaire, comme dans d'Aspremont et al (1983). Un problème similaire est traité dans Breton et al (2002), où des joueurs ayant des productivités différentes décident de s'associer sur la base de leur réputation publique.

Conclusion du chapitre

La syndication de prêt est le processus incluant plusieurs prêteurs qui s'allient pour cofinancer une entreprise. Une fois que le syndicat est formé, chaque participant doit prendre des décisions stratégiques pour obtenir aussi bien un profit immédiat intéressant mais également une réputation future appropriée. Le modèle de Breton et Francois (2011) vise à la modélisation du comportement rationnel des participants du syndicat sujets à ces deux objectifs. En implémentant et en cherchant à valider leur modèle, nous supposons que les décisions des acteurs dépendent non seulement de leur réputation mais également des caractéristiques du prêt.

Chapitre 2

Modèle de formation de syndication de prêt

Elaborer un modèle de décision pour la formation de syndicat de prêt est un véritable défi, vu que de nombreux facteurs doivent être pris en considération. Le modèle de Breton et François (2011) que nous présentons dans cette partie est basé sur une approche de programmation dynamique qui permet de déterminer les décisions d'une banque à un moment stable et mûr de l'évolution du marché.

2.1 Hypothèses

Le marché de la syndication de prêt est fortement oligopolistique et trois grands rôles peuvent y être observés : celui de leader, de co-agent et de membre. En conséquence, nous considérons un marché de prêts syndiqués constitué de trois institutions financières ayant une aversion au risque. Ces joueurs sont caractérisés par leur réputation qui évolue au cours du temps en fonction des résultats de leurs activités sur le marché de la syndication et selon un processus qui sera décrit par la suite. Ils sont de plus caractérisés par leur propension à être leader sur le marché que nous supposons donnée (plus explicitement, leur probabilité d'être leader d'un syndicat)

En désignant par D l'ensemble constitué par le leader et les co-agents, trois structures possibles dans le syndicat de prêt peuvent alors être décrites.

- Un leader et deux co-agents désigné par ACC ¹. Dans ce cas, D regroupe tous les joueurs, c'est à dire que $Card(D) = 3$
- Un leader, un co-agent et un membre (désigné par ACM), auquel cas, les éléments de D sont le leader et le co-agent, c'est à dire que $Card(D) = 2$
- Un leader et deux membres (désigné par AMM), c'est à dire que $Card(D) = 1$ (uniquement le leader est élément de D)

Nous supposons également que les rôles que peuvent occuper les banques ne sont pas reliés aux proportions détenues dans le prêt².

De plus, en se basant sur les négociations des clauses générales du contrat entre l'emprunteur et la banque leader, nous émettons l'hypothèse que le contrat de dette est une compensation équitable des caractéristiques du prêt, et est connu de tous les joueurs. Cette hypothèse exclut la problématique de l'asymétrie d'information. Elle est concevable vu qu'en se référant à Jones et al 2005, on note que les leaders soucieux de leur réputation à long terme sont peu enclins à exploiter des informations privées pour un intérêt dans le court terme.

1. ACC : Agent-Coagent-Coagent ; ACM : Agent-Coagent-Membre ; AMM : Agent-Membre-Membre

2. Dans la réalité, le rôle de co-agent peut PARFOIS être associé aux participants du syndicat ayant les plus grandes parts dans le prêt

Enfin, nous émettons également l'hypothèse que lorsqu'une firme sollicite un prêt, la totalité du financement lui est fournie, ce qui reste en accord avec le type de syndicat de prêt syndiqué connu sous le nom de "prise ferme". Dans le même ordre d'idée, nous supposons qu'il n'y a pas de limite de capitaux financés par une seule banque. Cette hypothèse nous permet de mettre en évidence l'impact directe des variables d'état (caractéristiques du prêt et réputations des joueurs) sur le partage optimal choisi par le leader, sans l'influence de contraintes exogènes de réglementation qui peuvent varier d'un prêt à un autre.

2.2 Jeu à travers le temps

La succession des syndicats de prêt dans le temps est modélisée par un jeu séquentiel en temps discret sur un horizon infini. Chaque étape du jeu correspond à un contrat de dette spécifique et est caractérisée par l'identité de la banque leader et la qualité du prêt. Nous décomposons par la suite chaque étape du jeu en deux sous-jeux où, dans un premier temps, les participations (parts du prêt) et les rôles des joueurs sont décidés par le leader puis, dans un deuxième temps, chaque joueur décide de son effort de surveillance. Ainsi, à une étape donnée du jeu :

1. Le leader propose une structure et une allocation du financement aux deux autres joueurs
2. Un jeu d'unanimité est joué : le syndicat n'est formé que si les deux autres joueurs acceptent la proposition du leader, ce qui n'a lieu que si participer au syndicat leur permet d'espérer un rendement intéressant et/ou une meilleure réputation. Si tel n'est pas le cas, un joueur rejette la proposition faite par le leader et le jeu passe à l'étape 5.
3. Si le syndicat est formé, chaque joueur décide de son niveau d'effort de surveillance. Les co-agents qui se coordonnent pour effectuer les tâches administratives du syndicat sont en relation et prennent donc cette décision de l'effort ensemble tandis que les membres qui n'ont pas de responsabilités particulières dans le prêt la prennent individuellement. Nous supposons

que les tâches administratives entreprises par le leader ou les co-agents sont équitablement compensés par des frais à la charge de l'emprunteur.

4. Le résultat du syndicat en termes de profits individuels est alors réalisé. Il dépend de la qualité du prêt, de l'effort total fourni ainsi que de la conjoncture du marché³.
5. La réputation des joueurs est mise à jour et le jeu évolue à l'étape suivante (nouveau syndicat de prêt), où l'identité du leader ainsi que la qualité du prêt sont choisies de façon aléatoire.

2.3 Fonction de profit immédiat

La première composante du profit général prise en compte par un joueur est le profit immédiat qu'il obtient suite à sa participation au syndicat. Ce profit est une fonction de trois attributs : la réputation des joueurs, la part du prêt assignée à chacun et les niveaux d'effort choisi par les joueurs.

Ainsi, soit $p = [p_1, p_2, p_3]$ le vecteur caractérisant les réputations des joueurs. La réputation des joueurs est une variable d'état dans l'intervalle $[0, 1]$, révisée à l'aide d'une mise à jour bayésienne. Nous formalisons la relation décrite entre les notions de réputation et d'effort dans les sections (1.3) et (1.4) en interprétant dans le modèle la réputation d'un joueur comme la probabilité pour que ce joueur fournisse de l'effort dans un prêt courant et cette réputation est basée sur la probabilité qu'il ait fourni de l'effort historiquement. Nous considérons également les probabilités des joueurs de devenir leaders $m = [m_1, m_2, m_3]$ qui sont telles que $\sum_{i=1}^3 m_i = 1$.

On désigne par D la configuration du syndicat (ensemble formé par le leader et les co-agents) qui représente une variable de décision pour le leader telle que spécifiée dans la section 2.1.

De plus, le prêt est divisé selon l'allocation $s = [s_1, s_2, s_3]$ qui est une variable de décision du leader également. Les parts $s_i \in [0, 1]$ sont telles que $\sum_{i=1}^3 s_i = 1$.

3. marché en croissance ou en récession pendant le déroulement du prêt syndiqué. Ce facteur représente un choc externe imprévisible

Comme évoqué dans la section 1.4, tous les joueurs sont soumis à la problématique du choix de l'effort. L'effort (variable de décision) est représenté par $e = [e_1, e_2, e_3]$ avec $e_i \in \{0, 1\}$, où 1 signifie fournir un effort de surveillance alors que 0 veut dire ne pas en fournir du tout. Dans le modèle, l'effort est perçu sous deux angles, étant en effet tantôt une variable de décision, tantôt une variable aléatoire. Lorsque des agents doivent décider de leur propre effort de surveillance, que leur décision soit prise individuellement ou collectivement, leur niveau d'effort représente pour eux une variable de décision. De leur point de vue, le niveau d'effort d'un joueur (que l'on appellera joueur j) qui prend sa décision séparément est inconnue et est donc modélisé comme étant une variable aléatoire de Bernouilli de paramètre p_j où p_j est la réputation du joueur j (On rappelle que l'on a défini la réputation comme étant la probabilité de fournir de l'effort). L'effort total fourni par les participants du syndicat est noté $E = \sum_{i=1}^3 e_i$ et on désigne par c est le coût unitaire de l'effort (qui sera choisi selon la qualité du prêt).

Un choc exogène caractérisant les conditions du marché (qui peuvent être favorables ou défavorables) est représenté par $\varepsilon \in \{0, 1\}$ qui suit une loi de Bernouilli de paramètre μ . $\varepsilon = 0$ caractérise par exemple la malchance ou la mauvaise conjoncture économique, tandis que $\varepsilon = 1$ caractérise par exemple un marché en croissance. Ce choc exogène joue le rôle d'un effort potentiel indépendant des banques.

L'efficacité de l'effort fourni en cas de défaut est donné par k .

La qualité du prêt est caractérisée par le rating de l'entreprise emprunteuse à l'initiation du contrat. Le prêt peut donc est un prêt d'investissement (désigné par l'indice h) ou spéculatif (désigné par l'indice l). A chacun de ces types de prêt, on associe une probabilité de défaut qui est un paramètre auquel on se réfère comme $q \in \{q_h, q_l\}$. Dans ce cadre, nous supposons que le défaut d'une banque est un phénomène exogène. On associe également à chaque type de prêt, un profit d'industrie (taux d'intérêt du prêt) désigné par $a \in [0, 1]$. On a donc a_h pour les prêts d'investissement et a_l pour les prêts spéculatifs. On note par β le facteur d'escompte lié à la durée moyenne d'un prêt syndiqué.

En prenant en compte ces considérations, la perte subie par un syndicat en cas de défaut pour un prêt alloué de 1\$ de nominal peut être écrite :

$$1 - k \left(\sum_{i=1}^3 e_i + \varepsilon \right) \quad (2.1)$$

Cette expression signifie que lorsqu'un défaut se produit au cours d'un prêt syndiqué, une fraction de l'investissement peut être recouvrée. Cette fraction dépend de l'efficacité de l'effort $k \in [0, \frac{1}{4}]$, de l'effort total fourni par les banques et de la conjoncture $(E + \varepsilon)$.

En considérant l'expression (2.1), le profit d'un joueur i peut être écrit en fonction de son rôle et de la structure du syndicat caractérisée par D (on rappelle que D est le groupe composé du leader et des co-agents dans le syndicat) :

- Si un joueur i prend sa décision d'effort individuellement, il maximise une fonction d'utilité personnelle. Sa part étant s_i dans un prêt de 1\$ de nominal, le profit de ce joueur i est donné par :

$$r_i(p, s, e; q) = \begin{cases} s_i k (e_i + \sum_{j \neq i} e_j + \varepsilon) - s_i - ce_i & \text{en cas de défaut} \\ s_i(1 + a) - s_i - ce_i & \text{sinon} \end{cases} \quad (2.2)$$

Cette expression signifie que s'il n'y a pas de défaut, ce qui se produit avec la probabilité $1 - q$, tout le financement initial est recouvré en plus du profit d'industrie a . Le joueur i bénéficie de cette somme moyennant sa contribution s_i dans le prêt. Par contre, si un défaut se produit, le financement ne peut être récupéré que moyennant l'effort fourni par les agents ainsi que la conjoncture dans laquelle le prêt a évolué, caractérisée par le choc aléatoire ε .

En termes d'effort, notons que dans l'expression (2.2), sous la perspective de l'agent i , e_i représente une variable de décision, tandis que les termes e_j représentant les efforts des autres joueurs ne sont pas connus par le joueur i et sont donc des variables aléatoires de Bernoulli de paramètre p_j . Dans une structure AMM(1 leader + 2 membres), tous les trois joueurs considèrent cette forme de fonction de profit, ainsi que le membre dans une structure

ACM(1 leader + 1 co-agent + 1 membre) car dans chacun de ces cas, les joueurs sont appelés à prendre seuls leur décision de l'effort.

- Lorsque deux joueurs i et j prennent ensemble leur décision d'effort (leader et coagent dans une structure ACM), ils agissent dans un premier temps comme s'ils ne représentaient qu'une seule entité capable de fournir un niveau d'effort $e_i + e_j \in \{0, 1, 2\}$. Le profit espéré est par la suite divisé dans un second temps en fonction de la part de chacun dans le prêt. Sachant les vecteurs de réputation et le partage du prêt (s_i et s_j pour les deux joueurs décidant ensemble), le profit pour un prêt de 1\$ de nominal pour le joueur i (l'un quelconque des 2 joueurs) est ainsi donné par

$$r_i(p, s, e; q) = \begin{cases} \frac{s_i}{(s_i+s_j)} \left((s_i + s_j) \left(k \left(\sum_{n=j,i} e_n + e_l + \varepsilon \right) - c \left(\sum_{n=j,i} e_n \right) \right) - s_i \text{ lors d'un défaut} \right. \\ \left. \frac{s_i}{(s_i+s_j)} \left((s_i + s_j) \left((1 + a) \right) - c \left(\sum_{n=j,i} e_n \right) \right) - s_i \quad \text{sinon} \right. \end{cases} \quad (2.3)$$

Dans cette expression, e_i et e_j représentent des variables de décision sous la perspective des agents i et j (leader et co-agent dans la structure ACM) qui décident de leur effort collectif, tandis que e_l (décision d'effort du membre dans une structure ACM) est pour eux une variable aléatoire de Bernoulli de paramètre p_l (réputation du membre) vu qu'ils ne connaissent pas d'avance quel sera le niveau d'effort fourni par le membre.

- Si tous les trois joueurs i , j , et k prennent leur décision ensemble (cas précis de la structure ACC), ils agissent comme s'ils étaient une unique entité pouvant fournir un effort $E = e_i + e_j + e_k \in \{0, 1, 2, 3\}$. Par la suite, ils divisent le profit espéré selon le partage du prêt. Le profit espéré de l'agent i (quelconque entre les 3), sachant sa part dans le prêt de nominal 1\$ est ainsi donné par :

$$r_i(s, e; q) = \begin{cases} s_i \left(k \left(\sum_{l \in D} e_l + \varepsilon \right) - c \left(\sum_{n \in D} e_n \right) \right) - s_i & \text{en cas de défaut} \\ s_i \left((1 + a) - c \left(\sum_{n \in D} e_n \right) \right) - s_i & \text{sinon} \end{cases} \quad (2.4)$$

Dans cette expression, tous les efforts e_n représentent des variables de décision. Il n'y a donc plus d'incertitude sur la décision d'un tiers (incertitude qui était exprimée par le vecteur de probabilités p), ce qui montre bien que les agents collaborent pour travailler et contrôlent parfaitement le niveau d'effort total fourni.

2.4 Choix de la fonction d'utilité du profit immédiat

Par hypothèse, nous considérons que les agents financiers sont averses au risque. En effet, si les agents étaient neutres au risque, les expressions de profit (2.2) et (2.4) deviendraient affines en s_i . Si en général, les conditions du prêt étaient telles qu'il était profitable alors le leader i qui décide de l'allocation du prêt, prendrait donc sans hésiter la totalité du prêt. Introduire une aversion au risque permet en effet de mitiger ce problème et permet de percevoir une diversité possible dans la décision du partage du prêt.

Par ailleurs, les valeurs des fonctions de profit telle que décrites précédemment pourraient énormément varier, notamment être négatives. Utiliser une fonction d'utilité flexible qui n'impose pas de contraintes sur les montants apparaît alors comme une nécessité. Tout comme Wilson le décrit en 1968 dans le cadre de la syndication de prêt, contrairement aux fonctions CRRA ou logarithmique (qui imposent une contrainte sur la négativité du montant de la richesse auquel elles s'appliquent), les deux fonctions d'utilité les plus flexibles sont la fonction d'utilité linéaire et la fonction d'utilité exponentielle. La fonction d'utilité linéaire n'incluant pas d'aversion au risque, conséquemment, on utilise dans le cadre de cette étude, la fonction d'utilité exponentielle. Les expressions notées R_i des fonctions d'utilité du profit immédiat dans le cadre du modèle développé sont consignées en annexe B.

2.5 Mise à jour de la réputation

La problématique de la réputation est importante dans la syndication. Denis et Mullineaux (2000) reporte qu'un prêt est plus susceptible d'être syndiqué par un leader ayant une plus grande réputation. En intégrant un syndicat de prêt, chaque banque essaie d'anticiper sa réputation future en fonction du niveau de réputation des autres participants en utilisant une mise à jour bayésienne. L'effort individuel des joueurs n'étant pas observable, la mise à jour bayésienne s'avère particulièrement utile dans l'analyse dynamique de la séquence des prêts. Elle permet en effet de dériver les réputations futures des joueurs comme étant des probabilités a posteriori sachant leur réputation actuelle a priori.

Dans la syndication de prêt, chaque réalisation de prêt syndiqué permet la mise à jour de la réputation d'une banque participante. En absence de défaut, le niveau véritable d'effort des participants n'est pas révélé. Vu qu'aucune information pertinente ne peut être relevée, la réputation mise à jour (pour la prochaine période) est donnée par : $p' = p$. Par contre, en cas de défaut, la valeur $E + \varepsilon$ est observée et la réputation du joueur i est mise à jour de la manière décrite dans le tableau D.2 en annexe D.

La figure (2.1) présente la réputation mise à jour du joueur i en fonction des réputations actuelles des autres joueurs. Ainsi, cette nouvelle réputation p_i' est une fonction croissante de la réputation courante du joueur i mais est une fonction décroissante des réputations courantes des deux autres joueurs. Ainsi, la réputation du joueur i devient élevée lorsque celles des autres joueurs sont faibles. On obtient alors un aperçu des zones où les réputations des joueurs s'améliorent. Vu qu'un joueur participe en général à un syndicat pour obtenir, soit un gain espéré positif, soit une meilleure réputation, ce résultat nous permettra de mener plus tard une meilleure analyse des résultats du modèle.

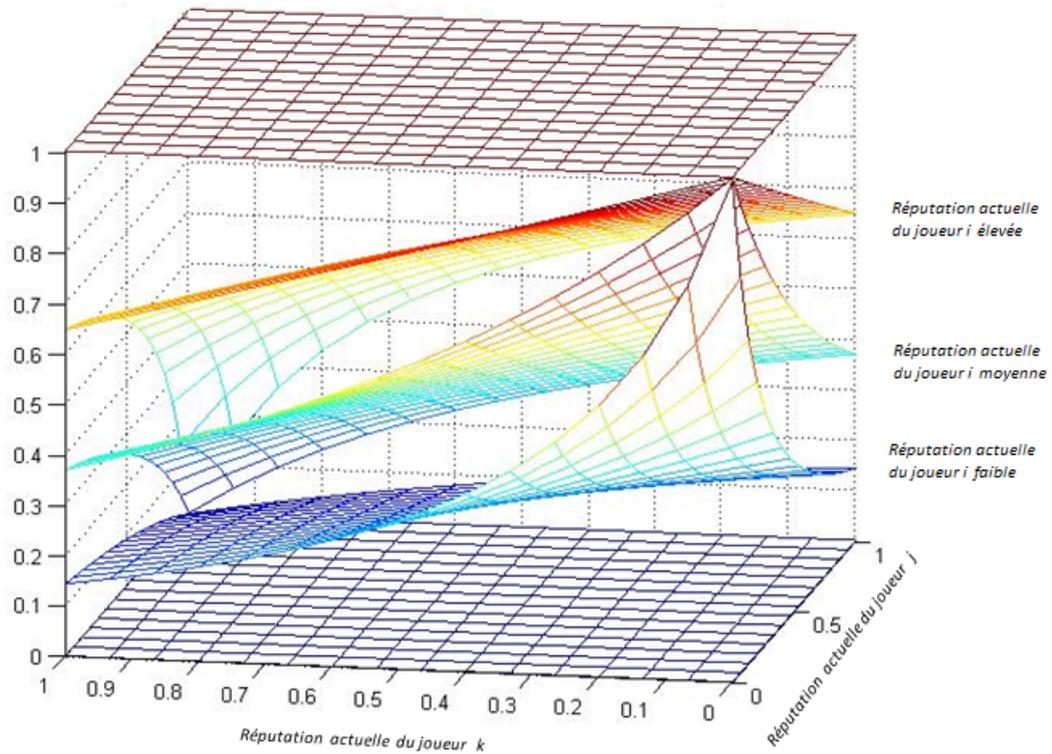


FIGURE 2.1 – Réputation future du joueur i en fonction des réputations actuelles des agents

2.6 La fonction d'utilité de long terme : dynamique du jeu

Soit $v_i^D(p, s; q)$ l'utilité totale espérée à l'équilibre du joueur i sur un horizon infini dans la mesure où il a accepté de participer dans le prêt de qualité q , partagé selon s , où le vecteur de réputation est désigné par p , et la structure est D . De plus, on désigne par $V_i(p)$ l'utilité totale du joueur i sur un horizon infini lorsque le prêt est proposé à un syndicat possible de joueurs caractérisés par le vecteur de réputation p .

La fonction $v_i^D(p, s; q)$ est la fonction valeur de second stage du jeu, et satisfait :

$$v_i^D(p, s; q) = R_i^D(p, s, e_i^*; q) + \beta E_p [V_i(p')] \quad (2.5)$$

où β est le facteur d'escompte, p' est donné par le tableau (D.2) en annexe D, R_i^D l'utilité du profit immédiat du joueur i lorsque la structure D est adoptée et e_i^* est solution de :

- Si le joueur i prend seul la décision sur son niveau d'effort :

$$e_i^* = \arg \max_{e_i} \{ R_i^D(p, s, e_i; q) + \beta E_p [V_i(p')] \} \quad (2.6)$$

- Si le joueur i maximise son utilité en collaboration avec d'autres :

$$e_i^* = \arg \max_{e_i} \left\{ \sum_{j \in D} R_j^D(p, s, e_j; q) + \beta E_p [V_j(p')] \right\}. \quad (2.7)$$

L'équation (2.6) signifie que les banques prennent leur décision quant à l'effort comme de simples membres ou comme un leader sans co-agents en maximisant leur utilité personnelle. Par contre, l'équation (2.7) relève le fait que le leader et les co-agents ensemble coordonnent leurs efforts afin de maximiser leur utilité collective.

2.7 Maximisation de l'utilité : Jeu de leader-follower

Le jeu d'unanimité est un jeu hiérarchique et séquentiel. Nous avons besoin d'obtenir les fonctions de réaction des joueurs en réponse à la proposition du leader. Ainsi, en supposant que le leader propose le vecteur d'allocation s , et la structure D pour un prêt de qualité q , la représentation normale du jeu d'unanimité est donnée dans le tableau (2.1) où A et R désigne la décision des joueurs d'accepter ou de refuser la proposition du leader.

	A	R
A	$v_i^D(p, s; q)$	$U(0) + \beta V_i(p)$
R	$U(0) + \beta V_i(p)$	$U(0) + \beta V_i(p)$

TABLE 2.1 – Jeu d'unanimité

$U(0)$ représente l'utilité de ne pas participer à un syndicat. Il apparaît que le syndicat se formera si les 2 joueurs invités trouvent avantage à participer au prêt, ce qui peut être motivé par 2 facteurs : le profit espéré et la possibilité d'une amélioration de la réputation. Sachant cela, le leader du jeu, en tant qu'agent averti, proposera le plan (D, s) qui maximise son propre profit, tel que :

$$\begin{aligned} V_i^L(p, q) &= \max_{D, s} v_i^D(p, s; q) & (2.8) \\ \text{s.t.} & \\ v_j^D(p, s; q) &\geq U(0) + \beta V_j(p) \\ v_k^D(p, s; q) &\geq U(0) + \beta V_k(p). \end{aligned}$$

Finalement, en notant $D^*(p, q)$ et $s^*(p, q)$ la solution du problème (2.8), la fonction valeur à l'équilibre des autres participants du syndicat est donnée par

$$V_i^M(p, q) = v_i^{D^*(p, q)}(p, s^*(p, q); q). \quad (2.9)$$

Par ailleurs, bien qu'ayant de grands intervenants, le marché de la syndication de prêt inclut un effet de réciprocité où une banque leader dans un syndicat peut devenir membre dans un autre syndicat et réciproquement. Ainsi, sur le marché US par exemple, 77% des banques leaders ont occupées des rôles de membres dans d'autres syndicats. De plus, vu que la qualité du prêt change selon les différents prêts au cours du temps, nous avons besoin de définir une relation prenant en considération l'incertitude concernant l'identité future du leader et la qualité du prêt à la prochaine étape.

En considérant $h \in [0, 1]^4$, la proportion de prêts d'investissement ($1 - h$: la proportion de prêts spéculatifs), L faisant référence au leader et M aux autres participants, la fonction valeur du jeu d'unanimité de première étape du jeu $V_i(p)$ satisfait :

4. h joue le rôle de probabilité d'occurrence d'un prêt d'investissement

$$V_i(p) = h (m_i V_i^L(p, q_h) + (1 - m_i) V_i^M(p, q_h)) + (1 - h) (m_i V_i^L(p, q_l) + (1 - m_i) V_i^M(p, q_l)) \quad (2.10)$$

2.8 Variables de décision : structure, partage, effort

Pour chaque configuration de l'espace d'état caractérisée par les réputations des banques et la qualité du prêt syndiqué, 3 décisions doivent être inférées : La structure du syndicat, le partage du financement et le niveau d'effort choisi par chaque joueur.

– Structure

Le programme d'optimisation émis en (2.8) est réalisé suivant 4 structures possibles. Le joueur i étant considéré comme leader, et les autres étant désignés par joueur j et joueur k , nous avons comme possibilités :

1. $D = \{\text{Joueur } i\}$ (un leader i et deux membres j et k : structure de type AMM)
2. $D = \{\text{Joueur } i, \text{Joueur } j\}$ (un leader i , un co-agent j et un membre k : structure de type ACM)
3. $D = \{\text{Joueur } i, \text{Joueur } k\}$ (un leader i , un co-agent k et un membre j : structure de type ACM)
4. $D = \{\text{Joueur } i, \text{Joueur } j, \text{Joueur } k\}$ (un leader i et deux co-agents j et k : structure de type ACC)

– Partage

En pratique, les prêts syndiqués peuvent faire face à certaines restrictions sur l'allocation maximale qu'une banque peut fournir à une entreprise, ce qui signifie que dans certains cas, la part du prêt assignée à un joueur peut avoir une valeur maximale. Dans le modèle, nous analyserons le partage sans y mettre de restriction. Il faudra donc se rappeler de cette hypothèse en interprétant les résultats en comprenant que l'objectif ici est d'inférer le partage optimal généré

par la dynamique des agents rationnels sans tenir compte de l'effet restrictif des régulations.⁵

– Niveau d'effort de surveillance

Dans une structure de syndicat de type AMM, les banques prennent leur décision d'effort individuellement. L'effort optimal recherchée pour chaque banque est donc soit 0 soit 1.

Dans les structures de type ACM, le leader et le coagent, prennent ensemble leur décision d'effort de surveillance. Le niveau d'effort recherché est donc soit 0, soit 1 ou soit 2. Par ailleurs, on cherche également quelle est la décision du membre dans ce cas qui est soit 0, soit 1.

Dans les structures de type ACC, le leader et les deux co-agents maximisent une utilité collective. Le niveau d'effort recherché est donc une valeur entière comprise entre 0 et 3.

5. Il ne s'agit cependant pas d'une hypothèse forte vu que nous présentons par la suite une simulation où la part maximale des agents est limitée

Conclusion du chapitre

Les relations (2.5), (2.8), (2.9) du modèle impliquent qu'il est basé sur une équation de Bellman, et trouver la fonction indéterminée V_i pour chaque joueur, permettra ainsi de trouver la structure et le partage optimal en fonction de l'état à tout moment.

Enfin, la valeur du jeu est la solution au système récursif (2.2) - (2.10). Il inclut plusieurs concepts d'équilibre (solutions coopératives entre les co-agents, solutions non-coopératives entre les membres, solution hiérarchique entre le leader et les suiveurs) aussi bien qu'une dynamique dans la réputation et une incertitude dans le rôle des joueurs et la qualité du prêt à travers le temps. Caractériser la solution en fonction de plusieurs paramètres n'est pas possible analytiquement et requiert la mise en place d'une approche numérique.

Chapitre 3

Implémentation numérique

Le modèle de formation de syndicat de prêt décrit au chapitre 2 ne peut être résolu analytiquement. Il est donc question de mettre en place un algorithme numérique efficace capable de produire de bons résultats en un temps raisonnable.

3.1 Introduction à la méthode numérique

La méthode numérique mise au point est une méthode d'optimisation combinatoire. Elle consiste à définir à chaque point de l'espace d'état l'ensemble discret de toutes les possibilités¹ parmi lesquelles sera recherchée la solution optimale. Une telle méthodologie est faisable vu qu'à chaque point de l'espace d'état, il est relativement aisé de recenser l'ensemble de toutes les possibilités admissibles. Par contre, il s'agit de visiter un nombre relativement important d'états (en fonction de la finesse de la discrétisation) autant de fois que nécessaire jusqu'à la convergence. Ces trois éléments (nombre de possibilités dans un état, nombre d'états visités, nombre de fois que l'optimisation est répétée dans un état) combinés requièrent d'importantes ressources en termes de mémoire et de vitesse de calcul².

Dans le modèle, les décisions des banques sont exprimées en fonction des caractéristiques du prêt et des réputations des banques. Conformément à cela, il est nécessaire de définir un espace d'état à plusieurs dimensions. De plus, la méthode numérique proposée requiert l'énumération de toutes les possibilités des trois formes de décision. Il est alors convenable d'utiliser des structures matricielles. Cela détermine le choix du langage de programmation Matlab utilisé.

3.2 Initialisation et mise en place de l'espace d'état

L'algorithme débute par l'initialisation de tous les paramètres : le coût de l'effort c_h , le profit d'industrie a_h et la probabilité de défaut q_h pour les prêts d'investissement ; le coût de l'effort c_l , le profit d'industrie a_l et la probabilité de défaut q_l pour les prêts spéculatifs ; la proportion des prêts d'investissement h , la probabilité μ du choc externe, l'efficacité de l'effort k , le facteur d'actualisation β , la tolérance au risque λ , la probabilité d'être leader pour chaque joueur

1. moyennant la discrétisation des variables continues

2. La problématique de la vitesse de calcul a impliquée l'utilisation des calculateurs du LACED. Celle de la mémoire a nécessité l'utilisation du serveur distant du LACED.

$[m_1, m_2, m_3]$ telles que $\sum_{i=1,2,3} m_i = 1$, les nombres de pas de discrétisation n_p et n_s , et finalement la tolérance ξ pour la convergence.

Nous commençons par discrétiser l'espace d'état, puis générons pour chaque qualité de prêt, tous les scénarios possibles en définissant une grille de dimension cinq. Les trois premières dimensions représentent les réputations de chaque joueur (variable d'état), la quatrième dimension représente le vecteur de partage et la cinquième dimension recense les possibilités de structure (variable de décision)³. La grille de dimension cinq est en fait le produit cartésien de toutes les combinaisons de réputations p^1, p^2 et p^3 des trois agents :

$$\pi = \{(p^1, p^2, p^3) \quad \forall i \in \{1, 2, 3\}, p_i \in \{0, n_p, \dots, k * n_p, \dots, 1\}\}$$

de σ pour les toutes différentes possibilités du vecteur de partage :

$$\sigma = \{(s^1, s^2, s^3) | s^1, s^2, s^3 \in \{0, n_s, \dots, k * n_s, \dots, 1\}; s^1 + s^2 + s^3 = 1\}$$

et de toutes les structures possibles caractérisées par l'ensemble D .

En supposant que le joueur 1 est le leader du syndicat,

$D = \{1\}$ signifie que le joueur 1 est le leader et que les autres joueurs 2 et 3 sont désignés comme étant des membres du syndicat (structure AMM).

$D = \{1, 2\}$ signifie que le joueur 1 est le leader, que le joueur 2 est un co-agent et que le joueur 3 est un membre (structure ACM).

$D = \{1, 3\}$ signifie que le joueur 1 est le leader, que le joueur 3 est un co-agent et que le joueur 2 est un membre (structure ACM).

$D = \{1, 2, 3\}$ signifie que le joueur 1 est le leader et que les autres joueurs 2 et 3 sont désignés comme étant des co-agents du syndicat. (structure ACC)

3.3 Evaluation de l'utilité du profit immédiat espéré

Pour chaque qualité de prêt, pour chaque scénario défini par la grille de cinq dimensions et pour chaque niveau d'effort qui y est possible, le profit immédiat

3. Les valeurs possibles de l'effort dépendent de la structure, c'est pourquoi une sixième dimension n'est pas définie initialement pour l'effort

espéré est évalué pour chaque joueur selon les formules (B.1)-(B.3) en Annexe B, tout en prenant en compte le rôle attribué au joueur dans la structure D tel que défini à la section 2.3.

3.4 Calcul de l'utilité totale

Les réputations futures des joueurs sont évaluées pour chaque scénario selon le tableau (D.2). Connaissant la fonction valeur du profit de chaque agent sur un horizon infini⁴ en chaque point de la grille uniquement caractérisé par les réputations des agents, nous pouvons inférer la fonction valeur du profit aux points définis par les réputations futures des banques. Des interpolations par spline cubique sont utilisées à cet effet. L'espérance de la valeur future de l'agent i désignée par $E_{pq} [V_i(p')]$ est par la suite évaluée pour chaque structure D et pour chaque niveau d'effort associé telle que :

$$E_{pq} [V_i^D(p', e_i)] = h \left(q_h \sum_{p'} P(p') \cdot V_i^D(p', e_i) + (1 - q_h) V_i^D(p, e_i) \right) + (1 - h) \left(q_l \sum_{p'} P(p') \cdot V_i^D(p', e_i) + (1 - q_l) V_i^D(p, e_i) \right) \quad (3.1)$$

avec $P(p')$ étant la probabilité que la réputation future de l'agent soit p' (une valeur particulière de réputation future par toutes les valeurs possibles données par le tableau (D.2)) et e_i l'effort du joueur i .

4. Initialisée par une matrice nulle

3.5 Décision de l'effort optimal

Nous calculons v^D définie par :

– Si $Card(D) = 1$

$$v^D(e_i) = R_i^D(p, s, e_i; q) + \beta E_{pq} [V_i^D(p', e_i)]$$

pour $e_i \in \{0, 1\}$

– Si $Card(D) \geq 1$

$$v^D(e) = \sum_{j \in D} (R_j^D(p, s, e_j; q) + \beta E_{pq} [V_j^D(p', e_j)])$$

Dans cette expression si $D = \{1, 2\}$ alors l'effort $e \in \{0, 1, 2\}$ ou $D = \{1, 3\}$; si $D = \{1, 2, 3\}$ alors $e \in \{0, 1, 2, 3\}$.

Selon l'expression (2.5), nous calculons alors la valeur de l'utilité espérée $v_i^D(p, s; q)$ en chaque point de la grille qui satisfait :

$$v_i^D(p, s; q) = \max_e v^D(e)$$

La détermination de $v_i^D(p, s; q)$ nous permet alors de déterminer l'effort optimal.

3.6 Décisions optimales de structure et partage du prêt

A cette étape, le problème (2.8) doit être résolu. Pour ce faire, nous déterminons tout d'abord les points de la grille où les contraintes d'acceptation du syndicat par les participants dans le problème (2.8) sont satisfaites. Par la suite, nous recherchons la valeur maximale du profit du leader parmi ces possibilités. Nous déduisons ainsi la solution optimale : la valeur optimale du leader est stockée dans $W_1^L(p, q)$ et nous enregistrons la structure et le partage optimal du prêt $D^*(p, q)$ et $s^*(p, q)$.

Pour les deux autres joueurs, nous considérons $i \in \{2, 3\}$ et $q \in \{q_h, q_d\}$ puis nous évaluons $W_i^M(p, q)$ en utilisant (2.9). Dans cette dernière procédure numérique, nous avons pour chaque qualité de prêt une matrice à cinq dimensions

pour chacun des joueurs, où les dimensions une, deux et trois font référence à leur réputation, la dimension quatre le partage du prêt et la dimension cinq la structure. Les optimisations à cette étape n'ont alors lieu que dans les dimensions quatre et cinq.

A cette étape, les décisions optimales sont déterminées en fonction de la qualité du prêt. En utilisant alors l'expression (2.10), nous déterminons la fonction valeur du jeu d'unanimité de première étape.

Des cas particuliers où la valeur optimale du leader n'est pas unique peuvent être observés à n'importe quel moment de l'horizon infini et cela génère ainsi des conflits de décision qu'il convient de gérer :

- **Quand la structure optimale est de type ACC ou AMM (c'est à dire ($D = \{1, 2, 3\}$ ou $D = \{1\}$))**

Dans ce cas, l'utilité totale du leader ne dépend que de sa part dans le prêt. L'optimisation permet alors de déterminer uniquement la part optimale détenue par le leader. Dans un tel cas, si cela est possible, nous spécifions que les deux autres participants partagent équitablement le reste du prêt. Il peut arriver que la possibilité de proposer des parts égales aux autres joueurs n'est pas représentée sur la grille en raison de la discrétisation. Par exemple, en considérant pour les valeurs possibles de part dans le prêt, une discrétisation de pas 1% entre 0% et 100%. Il est possible qu'à l'optimum, la part du leader soit de 25% ce qui implique de suggérer à chacun des autres joueurs une part de 37.5% qui n'est pas sur la grille ne contenant que des valeurs entières⁵. Dans un tel cas, on infère les valeurs de la configuration recherchée $(s_1, s_2, s_3) = (25\%, 37.5\%, 37.5\%)$ en interpolant linéairement les valeurs de la configuration $(s_1, s_2, s_3) = (25\%, 37\%, 38\%)$ et celles de la configuration $(s_1, s_2, s_3) = (25\%, 38\%, 37\%)$.

Il peut arriver également qu'affecter des parts égales aux autres joueurs ne soit pas possible car un de ces joueurs de réputation élevée (en général) refuse d'entrer dans le syndicat pour une telle proposition. Deux cas peuvent se présenter : soit il souhaite une part du prêt plus faible, soit il souhaite une part

5. En pourcentage

plus élevée. Quel que soit le cas, nous considérons comme solution optimale, la première proposition trouvée que ce joueur accepte.

- **Quand la structure optimale est ACM ($D = \{1, 2\}$ ou $D = \{1, 3\}$) et que les banques invitées ont la même réputation et la même propension à être leader)**

Le choix de la structure ACM signifie qu'il est optimal pour le leader de travailler avec un unique co-agent. Les deux banques invitées étant parfaitement similaires (ayant la même réputation et la même propension à être leader), nous procédons alors à un choix aléatoire. Une variable aléatoire binaire est alors générée pour décider l'identité de la banque qui agira comme co-agent. Au cours de l'horizon infini, il peut arriver également qu'en fonction des caractéristiques du prêt et des réputations des joueurs, le jeu d'unanimité ne donne pas lieu à la tenue d'un syndicat. Cela signifie qu'au moins une des banques invitées refuse de participer au syndicat de prêteurs quelle que soit la proposition. Cela survient en général lorsque les caractéristiques du prêt ne sont pas bonnes ou lorsque la réputation des autres joueurs (dont le leader) est faible. Dans une telle situation, toutes les banques bénéficient de l'utilité de ne pas participer à un prêt trop risqué notée $U(0)$.

3.7 Choix du leader et de la qualité d'un prêt futur

Conformément à la relation (2.10), les propensions à devenir leader et la probabilité d'occurrence d'une certaine qualité de prêt sont utilisés pour caractériser l'incertitude sur les caractéristiques d'un prêt futur.

3.8 Condition d'arrêt

1. Si $\max |V_i - W_i| < \xi$, l'algorithme s'arrête. Sinon, les valeurs de W_i sont assignées à V_i et le processus retourne à l'étape 2.

Conclusion du chapitre

La méthode numérique mise au point pour la solution du modèle de formation de syndicat de prêt est une méthode combinatoire. Plus la discrétisation est fine, et mieux on gère les discontinuités générées par les décisions à valeurs discrètes telles que l'effort et la structure. Cependant, cela augmente avec une complexité polynomiale la quantité de données à traiter. Avec un bon compromis, cette méthode permet d'obtenir des résultats à une convergence absolue de l'ordre de 10^{-4} à 10^{-6} en quelques heures.

Chapitre 4

Résultats et formulation d'hypothèses testables

Le modèle propose des résultats d'une grande richesse. Dans un espace de quatorze paramètres, une multitude de scénarios peut être générée. Il convient donc de restreindre les résultats pour des paramètres représentatifs de la réalité des prêts syndiqués. Dans ce chapitre, nous procédons alors à une paramétrisation du modèle, en utilisant essentiellement des données de syndicats de prêt extraites de Dealscan. Par la suite, nous présentons les résultats d'équilibre obtenus et formulons des hypothèses testables basées sur les décisions observées.

4.1 Paramétrisation

Les données sur les prêts syndiqués proviennent de Thomson Reuters LPC Dealscan qui est la base de données la plus complète relative au marché de la syndication de prêt. Le présent travail s'effectue sur les prêts observés entre 1995 et 2010. Dans Dealscan, sont présentés des deals qui sont des combinaisons de plusieurs tranches (une tranche représente un prêt syndiqué). Nous travaillons avec l'unité de base dans Dealscan qui est en effet la tranche.

Plusieurs filtres sont appliqués aux données de syndicats de prêt dans Dealscan afin de répondre aux différentes spécificités exigées par le modèle :

- Prêts syndiqués uniquement : dans Dealscan, plusieurs types de prêt peuvent être observés. Nous avons alors exclu les prêts où 100% du financement est fourni par une unique banque.
- Devise des prêts : dollars US
- Taille du montant de la tranche : Nous avons considéré que la taille du montant de la tranche doit être supérieure à 100 millions \$ comme dans François et Missionnier-Piera (2007). Les prêts inférieurs à 100 millions \$ ne doivent probablement pas avoir une structure d'agencement complexe.
- Disponibilité de la maturité du prêt : En effet, nous écartons les prêts de moins d'un an, qui sont sollicités par exemple pour des besoins de fonds de roulement et ne nécessitent pas une grande complexité dans la formation du syndicat.
- Exclusion des institutions financières et gouvernementales. Ces formes de compagnies peuvent avoir des particularités dans leur processus d'emprunt (non abordées dans ce travail).
- Disponibilité de l'allocation du prêt, dont nous avons besoin pour la validation des hypothèses liées au partage du prêt.
- Disponibilité des rôles joués par chaque banque dont nous avons besoin pour la validation des hypothèses liées à la structure du syndicat

L'échantillon total obtenu est ainsi constitué de 8498 prêts.

La disponibilité des ratings est également utilisée pour l'évaluation de certains

paramètres, mais elle n'est pas exclusive.

Au total, quatorze paramètres sont utilisés dans la formulation du modèle. Dans cette partie, nous détaillons la procédure pour approximer onze d'entre eux. Les trois autres paramètres constitueront des paramètres de flexibilité pour calibrer le modèle.

1. Probabilités de défaut (q_h, q_l)

Les probabilités de défaut sont approximés par des taux de défaut. Sachant que les taux de défaut nécessaires doivent être de court terme, nous choisissons les taux associés au prêts de durée un an. Nous inférons les probabilités de défaut à partir des valeurs de taux de défaut données dans le tableau (1) extraites du rapport Moody 's 2010 sur la période entre 1998 et 2010¹. Ainsi : $q_h = 0.137\% \simeq 1\%$ et $q_l = 5.309\% \simeq 5\%$ (approximation à un entier significatif près)

<i>Horizon(an)</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>IG(q_h)</i>	0.137	0.354	0.612	0.873	1.169	1.456	1.774	2.175	2.641	3.252
<i>SG(q_l)</i>	5.309	10.979	16.418	20.994	24.56	27.57	30.237	33.07	36.139	39.275

TABLE 4.1 – Source - Taux de défaut corporatif(en pourcentage), 1998-2010, Service des investisseurs de Moody

IG fait référence aux prêts d'investissement tandis que SG représente les prêts spéculatifs.

2. Proportion de prêts d'investissement (h)

Le modèle nécessite la classification des prêts selon leur qualité. En effet, pour un prêt d'investissement, le rating de la firme emprunteuse à l'initiation du prêt est compris entre AAA et BBB- tandis que pour un prêt spéculatif, son rating est en dessous de BBB-.

Pour classier les prêts, nous extrayons alors les ratings de Standard & Poor entre 1987 et 2010 à partir de Compustat. Nous complétons ces don-

1. Dans le rapport Moody 's, les valeurs de taux de défaut sont données pour les périodes 1920 à 2010, 1983 à 2010, 1998 à 2010. Cette dernière période est la plus proche de la période d'échantillonnage considérée

nées par des ratings de la base de données FISD sur les obligations. Les ratings des entreprises ne sont pas des données journalières. Souvent, le rating de l'entreprise à la date de début du prêt n'est donc pas disponible. La méthode proposée est de rechercher le dernier rating que cette entreprise a obtenu, dans un délai maximal d'une année avant le début du prêt. Ce faisant, nous parvenons à classer les prêts pour lesquels cette information est disponible selon qu'ils soient des prêts d'investissement ou spéculatifs : 814 prêts d'investissement et 520 prêts séculatifs.

On a alors $h = 61.02\% \simeq 2/3$

3. Profit d'industrie (a_h, a_l)

Une des variables associée aux prêts dans Dealscan est désigné par "All-In-Drawn". Elle représente le taux en points de base qu'un emprunteur doit payer en plus du Libor pour chaque dollar empruntée. A l'instar de Gopalan (2011) et Haselman et Wachtel (2011), nous approximations le profit d'industrie par la somme du "All-In-Drawn" et du Libor 3 mois. Les informations sur le Libor 3 mois en dollars US proviennent de Econstats (Source : the British Bankers' Association). Nous déterminons ainsi : $a_h = 4.84\% \simeq 5\%$ et $a_l = 6.39\% \simeq 7\%$

4. Efficience de l'effort (k)

Si tous les participants fournissent un effort maximal, on a : $E = 3$. Si de plus, les conditions du marché sont parfaitement favorables $\varepsilon = 1$. On a alors que : $E + \varepsilon = 4$. De plus, on considère que sous ses deux conditions, le prêt (d'un montant de 1\$ de nominal) est entièrement recouvert, c'est à dire que : $k(E + \varepsilon) = 1$. Ainsi, on trouve : $k = \frac{1}{4}$

5. Probabilité (μ) d'un choc externe

Le taux de recouvrement moyen de la dette corporative mesurée par le "Ultimate Recovery Rate" (valeur actualisée du comptant ou des actions que les prêteurs ont reçu lorsque l'emprunteur a survécu à une faillite) dans le rapport Moody's 2010 est de 80.3%. Par conséquent, en considérant qu'en general, l'emprunteur survit à la faillite lorsque l'effort des banques

est maximal et l'espérance du taux de recouvrement du modèle sous ces conditions, on obtient :

$$k(3 + \mu) = .80 \text{ Sachant que } k = 0.25, \text{ il vient alors que : } \mu \simeq 0.2$$

6. Facteur d'actualisation β

Ce paramètre dans le modèle permet d'actualiser l'utilité de la prochaine étape suivant un syndicat (utilité à la date du prochain syndicat potentiel). Il est donc relié à la période moyenne entre deux syndicats auxquels une banque a participé. A partir des prêts de Dealscan, nous trouvons que cette période moyenne est $T = 349$ jours $\simeq 1$ an. Le facteur d'actualisation est donc approximé par les valeurs de US T-notes de durée annuelle, extraites entre 1995 et 2010. Ainsi, $\beta \simeq 0.95$

7. Probabilités d'être leaders (m_1, m_2, m_3)

Ces paramètres caractérisent la réciprocité qui peut exister sur le marché de la syndication de prêt. En termes de parts, le marché est oligopolistique avec de grands acteurs tels que Bank of America, JP Morgan et Citigroup. Cependant, plusieurs autres banques ont pu occuper le rôle de leader. Vu que nous menons une analyse stylisée du marché en la modélisant par un marché à trois joueurs, nous caractériserons cette diversité des banques ayant occupé un rôle de leader en posant la simplification : $m_1 = m_2 = m_3 = \frac{1}{3}$

Les trois paramètres restants sont le coût de l'effort pour les prêts spéculatifs, le coût de l'effort pour les prêts d'investissement ainsi que la tolérance au risque des banques. Les deux premiers paramètres sont inobservables. Quant à l'aversion au risque, aucune étude précédente ne nous a permis de définir une estimation de l'aversion au risque des banques dans le cadre de l'utilité exponentielle². Il convient toutefois de noter que les résultats du modèle n'ont pas une très grande sensibilité à ce paramètre. En général, ces trois paramètres seront utilisés comme paramètres libres pour calibrer le modèle.

2. La seule étude trouvée abordant l'aversion au risque des banques est réalisée par Yasuo Nishiyama, 2007 qui trouve une valeur de 0.2 dans le cadre d'une fonction d'utilité puissance

4.2 Décisions optimales

Suite à la paramétrisation, trois paramètres sont restés indéterminés : les deux coûts d'effort et la tolérance au risque des banques. En se basant sur ces paramètres, nous procédons au calibrage du modèle. En considérant la diversité des décisions de prêts syndiqués que l'on observe dans Dealscan, nous admettons qu'un triplet des paramètres libres permettant d'avoir une diversité des résultats en fonction des variables d'état indique une zone acceptable. On rejette ainsi les triplets pour lesquels les décisions prises sont quasi-uniformes et ne sont pas dépendantes des variables d'état. Ainsi, on évalue par exemple que le coût de l'effort est trop faible en observant des décisions où quel que soit l'état tous les agents souhaitent fournir de l'effort. De même, par exemple une aversion au risque peut être jugée trop élevée si quel que soit l'état, le leader ne propose pas l'option (le risque) de travailler sans co-agent, désireux ainsi de contrôler autant que possible l'effort total fourni (comme cela est le cas dans les structure ACC et ACM) pour éviter de subir une perte sur le prêt.

En procédant ainsi, nous déterminons une zone admissible de l'espace des paramètres. En effet dans cette zone, les résultats obtenus sont qualitativement similaires en fonction des paramètres. Nous présentons ici les résultats d'une des simulations de la zone admissible (nous la noterons S^*).

On considère les paramètres évalués dans la section précédente à partir des données. Conséquemment, la simulation est basée sur un marché de trois banques octroyant des prêts de nominal 1\$. Les paramètres de marché déterminés sont : le profit d'industrie de prêt d'investissement $a_h = 5\%$ et la probabilité de défaut associée $q_h = 1\%$; pour les prêts spéculatifs, on a de même, $a_l = 7\%$ and $q_l = 5\%$. La proportion de prêts d'investissement dans le marché de la syndication est $h = 2/3$. Le choc externe se réalise avec une probabilité $\mu = 0.2$; le facteur d'actualisation est $\beta = 0.95$. L'efficiency de l'effort est $k = 0.25$. Le paramètre d'aversion au risque est : $\lambda = 1$ et les couts d'effort pour les prêts d'investissement et prêts spéculatifs sont respectivement pris à $c_h = 0.0040$ et

$c_l = 0.0055$ ³ c'est à dire que les coûts sont de l'ordre de 10% du bénéfice total généré.

La figure (4.1) présente les décisions du leader en fonction des réputations des agents dans le cas d'un prêt d'investissement. Dans la première colonne, on trouve sa décision en ce qui concerne la structure du prêt. Son niveau d'effort optimal est consigné dans la deuxième colonne et la part qu'il se propose d'assurer dans le prêt est dans la troisième colonne (rappelons qu'il n'y a "aucune contrainte" sur la valeur maximale des parts de prêt pour cette simulation). La première ligne correspond aux décisions d'un leader de réputation faible, la deuxième ligne à un leader de réputation moyenne et la troisième à un leader de réputation élevée.

Tout d'abord, quelle que soit la réputation du leader, une importante région rouge où le leader n'a pas de coagents est observée (zone AMM), et elle croît lorsque la réputation du leader augmente. On note également que c'est dans cette région que l'on observe sa part dans le prêt la plus faible. Lorsque les réputations des autres joueurs sont très élevées, le leader décide de ne pas faire de surveillance. On pourrait interpréter cette décision comme étant du parasitisme. Les zones de couleur bleue (de type ACM), verte (de type ACM) et noire (de type ACC) signifient que le leader souhaite s'allier avec des participants de réputation faible comme co-agents. Trois explications peuvent être attribuées à cette décision. Tout d'abord, cela permet au leader de s'assurer que les participants de réputation faible fournissent de l'effort, ce qui améliore la surveillance générale du prêt et justifie le fait que dans ce cas, le leader décide de prendre une part maximale dans le prêt. Par ailleurs, plus un effort de groupe élevé est observé dans le syndicat, plus les réputations futures de tous les joueurs sont améliorées. Enfin, sous la perspective que l'effort individuel n'est pas observable, le leader bénéficie d'une meilleure réputation si un effort collectif quelconque est

3. Le coût d'effort de surveillance est considéré plus élevé dans un prêt spéculatif que dans un prêt d'investissement. En cas de défaut par exemple, nous considérons que plus un prêt est risqué, plus, il faut fournir d'activités de surveillance pour recouvrer le prêt, ce qui implique un coût d'effort plus élevé.

observé. Finalement, en absence d'information sur les efforts individuels fournis par chaque banque, le leader de meilleure réputation que les autres, est généralement considéré comme ayant fourni un effort individuel lorsqu'un effort de groupe est noté dans le syndicat (du à la mise à jour bayésienne).

Dans la figure (4.2), sont présentés les résultats pour un prêt d'investissement sous la perspective d'un participant invité. En terme de structure, ce qui est important pour une banque invitée est de savoir si elle sera invitée comme un co-agent (région en vert) ou si elle sera invitée en tant que membre (région en rouge). Ainsi, lorsque sa réputation est très faible, le leader l'invite comme coagent et en général, il lui est recommandé de fournir de l'effort (zone blanche et grise). De plus, lorsque la réputation de l'autre participant (qui dans ce cas est un membre) est très élevée, le leader et le co-agent ne fournissent pas un effort maximal, car ils supposent de façon quasi-certaine que le membre à réputation élevée fera de la surveillance. Cependant, il faut noter que cette supposition n'est pas réalisée car ayant reçu une part trop faible du prêt, il est optimal pour le participant de ne pas fournir d'effort du tout.

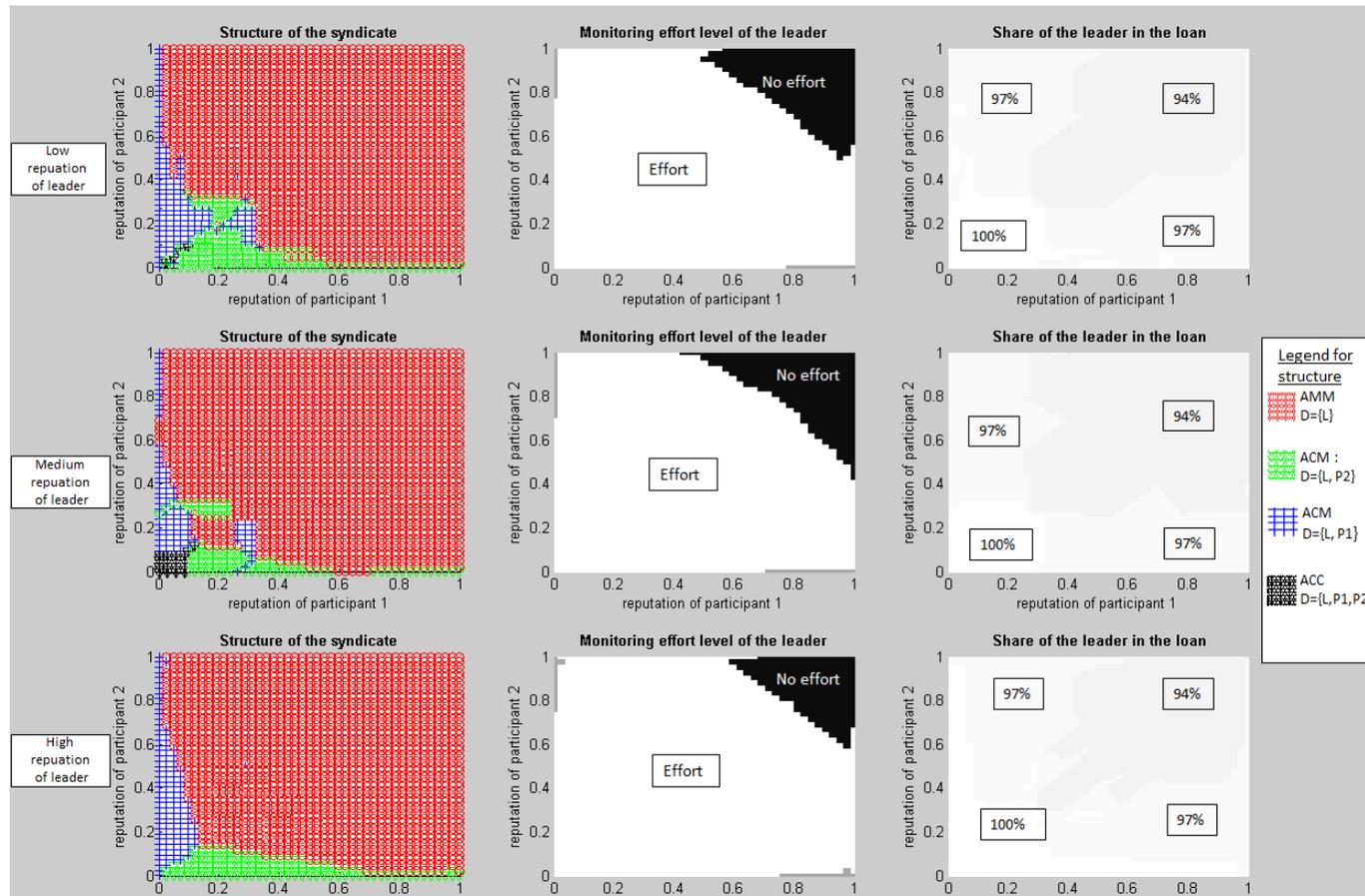


FIGURE 4.1 – Simulation S^* : décision du leader pour un prêt d'investissement

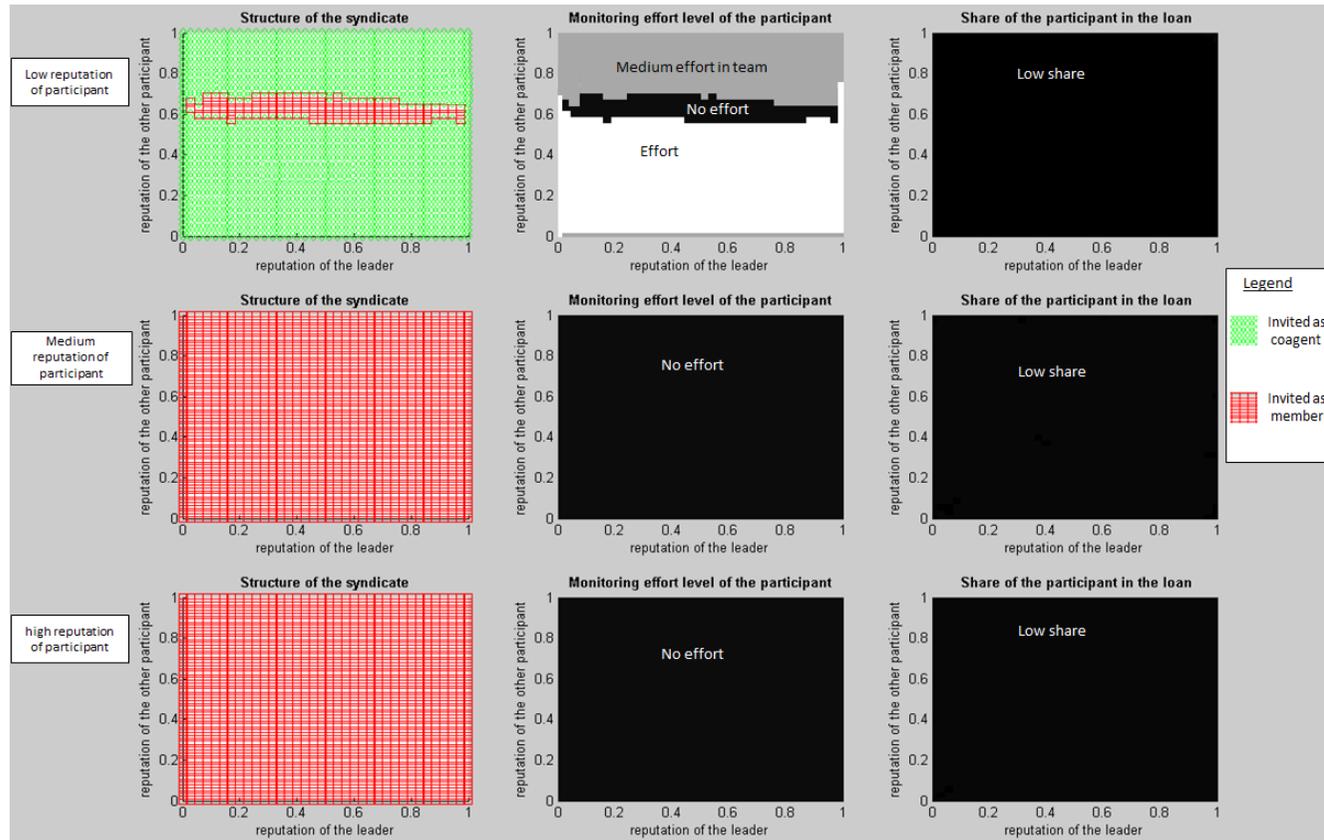


FIGURE 4.2 – Simulation S^* : décision du participant pour un prêt d'investissement

La figure (4.3) présente quant à elle les décisions du leader en fonction des réputations des agents dans le cas d'un prêt spéculatif. De la même façon que dans la figure (4.1), la première colonne représente la décision du leader en ce qui concerne la structure. Son niveau d'effort optimal est consigné dans la deuxième colonne et la part du prêt qu'il se propose d'assurer est dans la troisième colonne. La première ligne correspond aux décisions d'un leader de réputation faible, la deuxième à un leader de réputation moyenne et la troisième à un leader de réputation élevée.

En général pour les prêts spéculatifs, le leader fournit tout le temps de l'effort car le prêt est plus risqué. Par ailleurs, comme pour les prêts d'investissement, il prend d'avantage de part lorsqu'il y a plus de co-agents et donc lorsqu'il a davantage la possibilité de contrôler de façon certaine l'effort total fourni.

La figure (4.4) correspond à la perception des résultats pour un prêt spéculatif sous la perspective d'un participant invité. Lorsque sa réputation est faible, le leader l'invite comme coagent (zone verte) et en général, il lui est recommandé de fournir de l'effort (zone blanche). Quand il est invité en tant que membre, il est meilleur pour lui de ne pas faire de surveillance car cela est coûteux et l'engagement qui lui est proposé dans le prêt est trop faible.

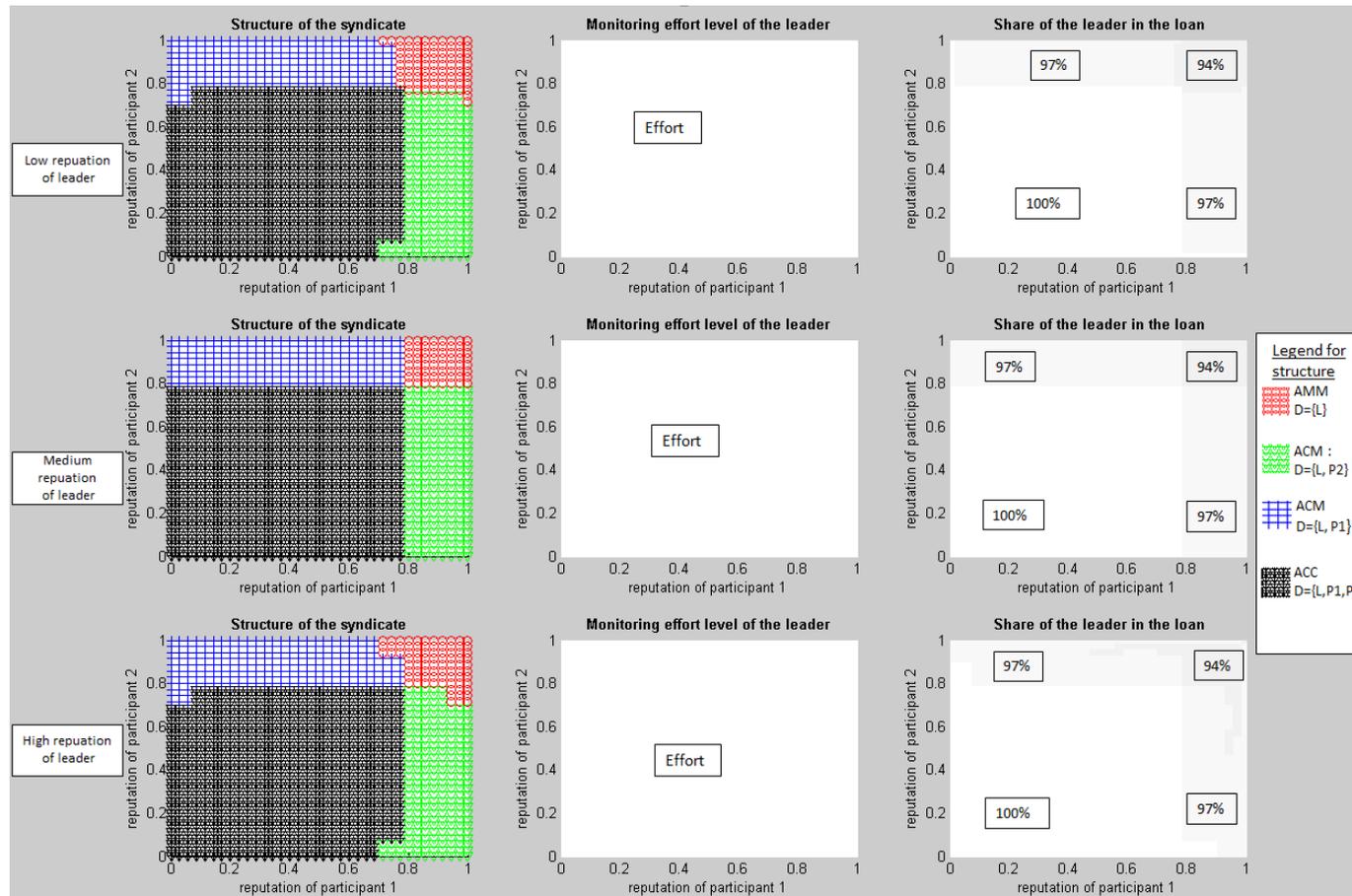


FIGURE 4.3 – Simulation S^* : décision du leader pour un prêt spéculatif

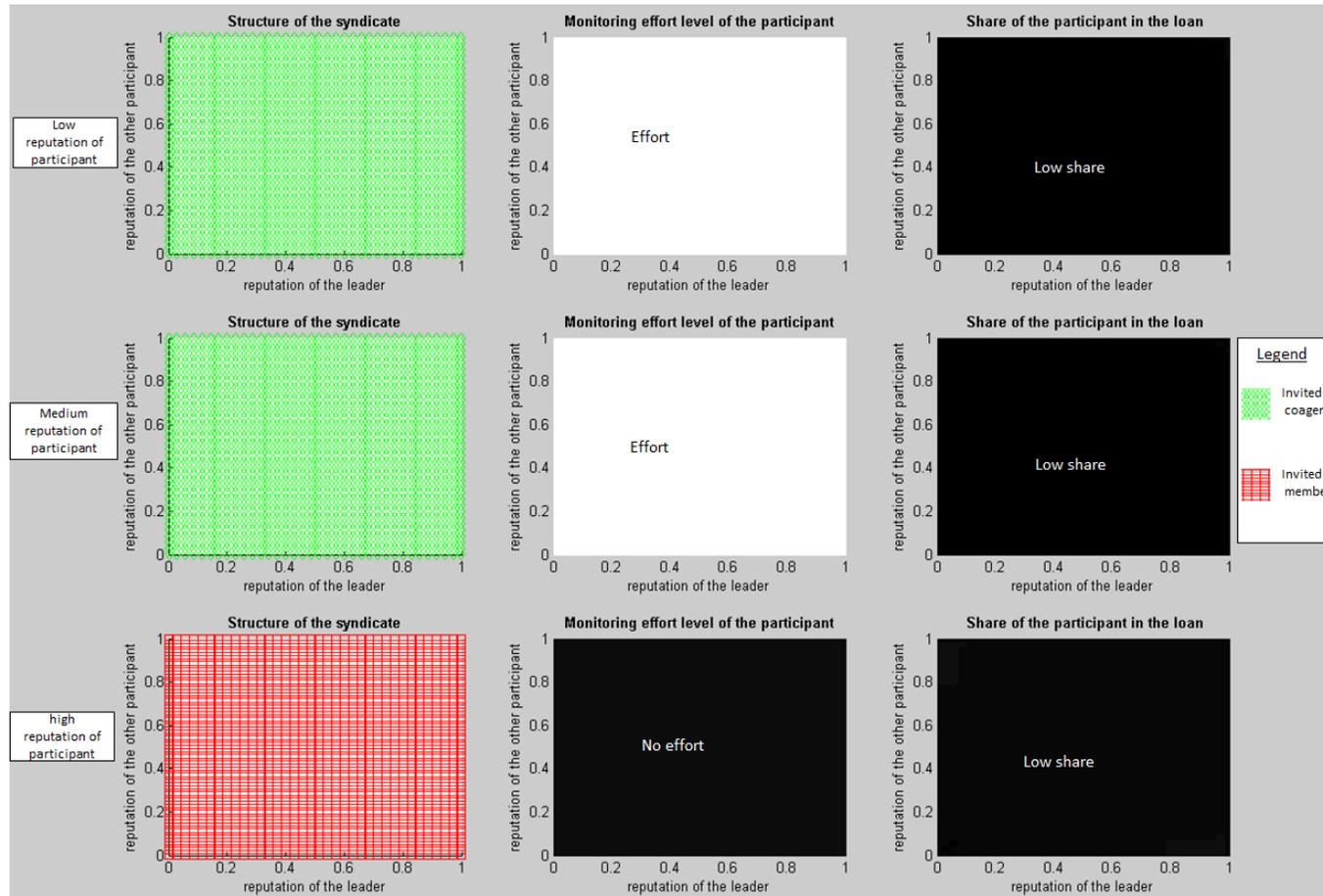


FIGURE 4.4 – Simulation S^* : décision du participant pour un prêt spéculatif

En général, les résultats de plusieurs scénarios de la zone admissible sont analysés. Certains constats ont été observés comme étant récurrents au cours des simulations. Conformément à cela, nous formulons des hypothèses liées aux décisions des banques⁴.

Trois types d'hypothèses peuvent être émises. Le premier type d'hypothèse permettrait d'établir des correspondances entre les trois décisions (structure, niveau d'effort et part dans le prêt). Le deuxième type d'hypothèse permettrait de comparer les décisions selon la qualité du prêt (prêt d'investissement ou prêt spéculatif). Le troisième type d'hypothèse permettrait de valider l'organisation de la structure du syndicat suggérée par le modèle en fonction des variables d'état.

4.3 Hypothèses sur les correspondances entre décisions

– Correspondance entre la structure optimale et la part optimale du leader

En considérant, les résultats de la simulation S^* , nous évaluons la part moyenne du leader dans les trois types de structure : ACC, ACM et AMM.

Type de structure	ACC	ACM	AMM
Part moyenne du leader	0.9998	0.9771	0.9574

TABLE 4.2 – Part moyenne du leader en fonction de la structure du prêt - Simulation S^*

Le tableau (4.2) nous suggère qu'à l'optimum, le leader trouve moins de contraintes à prendre une part élevée au fur et à mesure que la présence

4. Nous ne retenons que les constatations fréquentes au cours des simulations numériques. Vu qu'il y a trois paramètres libres, nous avons tout d'abord défini une zone admissible pour ces paramètres en se basant sur les résultats obtenus. Ensuite, afin de formuler les hypothèses, nous cherchons en effet à nous baser uniquement sur les constatations "robustes" qui ne sont pas sensibles à la variation des paramètres dans la zone admissible

de co-agents est élevée. Cela nous conduit à formuler la première hypothèse :

H_a : En moyenne, plus il y a de co-agents, plus la part du leader serait importante. Ainsi, la part moyenne du leader dans les structures de type ACC serait plus élevée que celle dans les structures de type ACM. De même, la part du leader dans les structures de type ACM serait plus élevée que celle dans les structures de type AMM.

– **Correspondance entre la structure optimale et l’effort de surveillance optimal**

Les niveaux d’effort moyens extraits des résultats du modèle sont consignés dans le tableau (4.3). Nous rappelons que le niveau d’effort optimal inféré à partir du modèle dans chaque état est un nombre entier. Pour une structure AMM, il est compris entre 0 et 1 et traduit l’effort décidé par le leader. Pour une structure ACM, il est compris entre 0 et 2 et traduit le fait que le leader et le coagent maximisant une utilité collective peuvent choisir un effort entre 0, 1 ou 2. De même, pour une structure ACC, le leader et les deux coagents décident ensemble leur niveau d’effort et peuvent choisir entre 0, 1, 2 ou 3. Pour alors comparer, l’effort entre les trois structures, il convient de normaliser les valeurs obtenues, en considérant plutôt les proportions d’effort fourni⁵. Voir tableau (4.4)

Type de structure	ACC	ACM	AMM
Niveau d’effort moyen	2.9920	1.9517	0.8130

TABLE 4.3 – Niveau d’effort de l’ensemble des agents de D en fonction de la structure et du type de prêt

5. Les proportions d’effort considérées sont telles que : $e_{ACC} = 2.9920/3 = 0.9973$, $e_{ACM} = 1.9517/2 = 0.9759$, $e_{AMM} = 0.8130/1 = 0.8130$. Dans le modèle, il est considéré qu’en travaillant en groupe, l’effort est partagé selon la part de chacun. Cela correspondrait à avoir pour l’effort véritable fourni par le leader : $e_{ACC} = 2.9920 * 0.9998/3 = 0.9971$; 0.9998 étant la part moyenne du leader dans une structure ACC. Cependant, nous ne procédons pas à cet ajustement. En effet, les approximations d’effort observables dans Dealscan sont caractéristiques de l’effort total du groupe d’agents D ayant des responsabilités dans chaque structure (nombre de clauses par exemple). Cela signifie que du modèle, il faut également conserver l’effort fourni par le groupe D en général

Type de structure	ACC	ACM	AMM
Proportion d'effort moyen	0.9973	0.9759	0.8130

TABLE 4.4 – Proportion d'effort de l'ensemble des agents de D en fonction de la structure et de la qualité du prêt

En analysant le tableau (4.4), nous notons alors que plus il y a de co-agents, plus il y a d'effort fourni. Nous formulons alors la deuxième hypothèse :

H_6 : En moyenne, plus de surveillance serait effectuée en présence de co-agents.

Ensemble, les hypothèses 1 et 2 pourraient être ainsi résumées : en général, une structure d'agent-coagent-coagent (ACC) s'observerait avec une substantielle part de prêt détenue par le leader et un effort de surveillance important. Une structure d'agent-coagent-membre (ACM) s'observerait avec une part du leader et un niveau de surveillance plus faibles qu'en ACC. Une structure d'agent-membre-membre correspondrait à une plus faible part du leader et un plus faible dispositif de surveillance mis en place qu'en ACM.

– **Comparaison des parts de membres et de coagents dans un prêt de type ACM**

Les résultats de la simulation S^* sont tels que lorsqu'on ne met pas de limite à la part de prêt maximale, le leader prend des valeurs au-dessus de 90%. Cela ne permet pas de distinguer s'il y a une hiérarchie en ce qui concerne la part du coagent et celle du membre lorsque les deux rôles coexistent dans la structure de type ACM.

Pour mettre en évidence alors les parts alloués aux banques invitées dans une structure de type ACM, nous imposons que la part maximale que peut avoir un participant quelconque du syndicat est de 50%. Dans cette simulation notée S^{**} , le leader peut prendre alors au maximum 50% du syndicat et devra allouer la portion restante aux deux autres agents dans des proportions définies (Nous conservons le même paramétrage que dans la simulation S^*)

Des résultats obtenus⁶, nous évaluons la part moyenne du co-agent ainsi que celle du membre dans les structures de type ACM (Voir tableau (4.5))

Rôle	Coagent	Membre
Part moyenne	31.81%	16.66%

TABLE 4.5 – Part du prêt allouée aux banques invitées en fonction de leur rôle - Simulation S^{**}

Du tableau (4.5), le leader aurait donc tendance à allouer une plus importante part aux co-agents qu'aux membres du syndicat. Nous formulons alors l'hypothèse :

H_c : Lorsqu'à l'optimum, un leader propose une structure composée à la fois de co-agents et de membres, la part du prêt en moyenne allouée aux co-agents serait supérieure à celle des membres.

4.4 Hypothèse sur les décisions en fonction de la qualité du prêt

Ce type d'hypothèse permet de comparer les décisions des joueurs selon la qualité du prêt.

– Hypothèses sur le niveau d'effort de surveillance

Nous évaluons dans le tableau (4.6) le niveau moyen d'effort selon la qualité du prêt et selon la structure du syndicat.

6. Les résultats de cette simulation sont consignés en Annexe C

Qualité du prêt	Prêt d'investissement			Prêts spéculatifs		
Type de structure	ACC	ACM	AMM	ACC	ACM	AMM
Proportion d'effort moyen	0.8823	0.8785	0.8013	1	1	1

TABLE 4.6 – Proportion d'effort du groupe d'agents D en fonction de la structure et du type de prêt - Simulation S^*

En général, quelle que soit la structure, on note que l'effort fourni dans le prêt spéculatif est plus important que l'effort fourni dans le prêt d'investissement. Cela nous suggère la formulation de la troisième hypothèse.

H_d : En moyenne, une surveillance plus importante a lieu lors d'un prêt spéculatif que lors d'un prêt d'investissement.

Conclusion du chapitre

A partir des données de Dealscan, nous avons procédé à la paramétrisation du modèle. Cela nous a permis d'obtenir les résultats du modèle et de les analyser. La récurrence de certains résultats nous mène à formuler certaines hypothèses que nous tenterons de valider.

Chapitre 5

Validation empirique

Les prêts syndiqués utilisés pour la paramétrisation du modèle sont ici utilisés pour vérifier les hypothèses testables que l'on a dérivées des résultats obtenus. Au delà d'une analyse de sensibilité du modèle (qui a été réalisée) pour en tester la validité et la cohérence, nous essayerons de vérifier si les résultats qu'il produit sont bien conformes à la réalité.

5.1 Classification des prêts

Plusieurs hypothèses formulées sont basées sur la structure du syndicat. Il convient alors dans l'optique d'une vérification des hypothèses de classifier dans un premier temps, les prêts syndiqués retenus dans Dealscan.

La méthode de classification des prêts proposée est basée sur la proportion de chaque type de rôle de participants dans le prêt. Elle doit classifier les prêts dans les trois catégories ACM, ACC, AMM. En conséquence, dans les structures de type ACC, la proportion d'agents dans D (co-agents et leader) est dominante ; dans les structures de type ACM, cette proportion et celle des membres sont similaires ; puis dans les structures de type AMM, la proportion de membres est relativement élevée.

Dans les prêts syndiqués retrouvés dans Dealscan, la classification des banques selon leur rôle (nous nous sommes inspirés des conventions de Cai, Saunders and Steffen, 2012) conduit à des syndicats ayant plusieurs leaders. Nous considérons en effet que ces leaders jouent des rôles similaires à ceux des co-agents. Conformément à cela, nous désignons par N^{ld} le nombre de leaders, par N^{co} le nombre de coagents et par N^{me} le nombre de membres. La proportion des co-agents¹ notée P^{ag} s'écrit alors :

$$P^{ag} = \frac{N^{co} + (N^{ld} - 1)}{N^{me} + N^{co} + (N^{ld} - 1)} \quad (5.1)$$

De même, la proportion des membres est :

$$P^{me} = \frac{N^{me}}{N^{me} + N^{co} + (N^{ld} - 1)} \quad (5.2)$$

En utilisant les deux variables exprimés en (5.1) et en (5.2), nous procédons à la classification des prêts en utilisant la méthode K-means. K-means est une

1. On utilisera ce terme par abus pour désigner les co-agents dans le cas d'un syndicat à un joueur, puis pour désigner les co-agents et les autres leaders pour un syndicat à leaders multiples. En effet, nous considérons que même si un syndicat a plusieurs leaders, il y a bien un d'entre eux qui est à l'origine du prêt

méthode de classification de données qui fixe initialement un nombre de barycentres égal au nombre de classes désiré, puis minimise la somme des carrés des distances entre chaque barycentre et les points appartenant à la classe que ce barycentre définit.

Il en résulte la classification suivante :

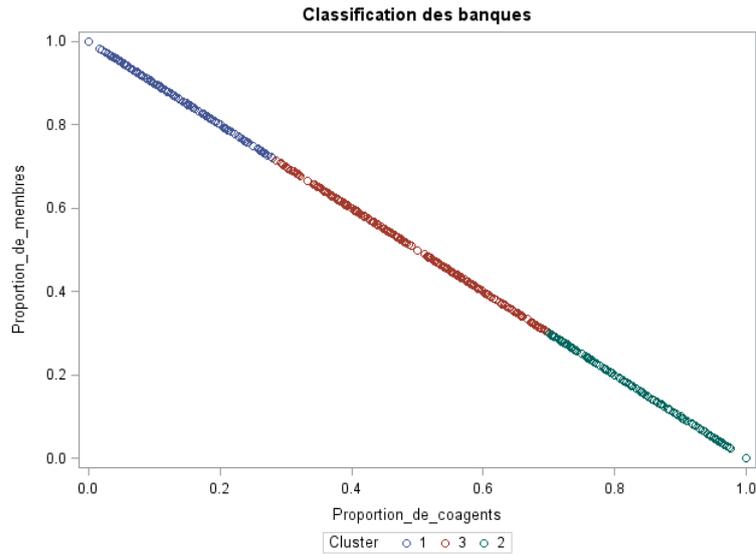


FIGURE 5.1 – Classification des prêts selon la structure

Classe	Effectif	Proportion de coagents		Proportions de membres	
		Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type
AMM	3252	0.1146	0.0992	0.8854	0.0992
ACM	3471	0.4628	0.1184	0.5372	0.1184
ACC	1775	0.9092	0.1101	0.0908	0.1101

TABLE 5.1 – Niveau d’effort du leader en fonction de la structure et du type de prêt

Selon la classification proposée par K-means, 3252 prêts sont de type AMM, 3471 prêts de type ACM et 1775 prêts de type ACC. Le tableau (5.1) signifie en effet que trois classes ont été déterminées. Les prêts de la classe AMM ont en moyenne une présence relative de 88% de membres et 11% d’agents. Les prêts

de la classe ACM ont en moyenne 53% de membres et 46% de coagents tandis que les prêts classés ACC ont en moyenne 90% d'agents et 10% de membres.

5.2 Tests d'hypothèse sur les correspondances entre décisions

Vérification de H_a

On rappelle la formulation de l'hypothèse H_a

H_a : *En moyenne, plus il y a de co-agents, plus la part du leader serait importante. Ainsi, la part moyenne du leader dans les structures de type ACC serait plus élevée que celle dans les structures de type ACM. De même, la part du leader dans les structures de type ACM serait plus élevée que celle dans les structures de type AMM.*

Nous procédons à la vérification de l'hypothèse en deux étapes. Tout d'abord, nous comparons la part du leader entre les structures ACC et ACM, puis, ensuite, nous effectuerons la comparaison entre les structures ACM et AMM.

– Première étape : comparaison entre les structures ACC et ACM

Au niveau des données, nous considérons comme part de leader, la somme des parts notée μ des banques jouant un rôle de leader dans un syndicat.

Nous formulons alors comme l'hypothèse nulle

$$H_0 : \mu_{ACC}^h \leq \mu_{ACM}^h ;$$

L'hypothèse alternative est donc $H_1 : \mu_{ACC}^h > \mu_{ACM}^h$.

Vu que la taille des échantillons est importante, nous pouvons formuler l'hypothèse de normalité de la distribution de la part moyenne du leader dans le prêt. Nous effectuons alors un test de Student de comparaison d'échantillons indépendants (ACM et ACC). Les résultats décrits dans la table (5.2) indiquent qu'il y a une différence significative entre les moyennes de part du leader des structures ACC et des structures ACM ($p < .0001$ pour les deux tests). L'hypothèse nulle est alors rejetée et nous concluons que la part du leader dans la structure ACC est bien supérieure à celle dans la structure ACM.

Statistiques						
Variable	Structure	N	Mean	Std Dev	Min	Max
Part du leader	ACC	1775	52.8153	29.8176	0.7282	99.9992
Part du leader	ACM	3471	25.8978	18.6444	1.9048	98.5606
Part du leader	Diff(1-2)		26.9175	23.0389		

T-Tests					
Variable	Méthode	Variance	DL	t value	Pr > t
Part du leader	Variance égale	Egale	5244	40.04	<.0001
Part du leader	Satterthwaite	Inégale	2503	34.72	<.0001

Egalité des variances				
Méthode	Num DL	Den DL	F value	Pr > F
Test de Fischer	1774	3470	2.56	<.0001

TABLE 5.2 – Test de student : Comparaison des parts du leader entre les structures ACC et ACM

– **Deuxième étape : comparaison entre les structures ACM et AMM**

Nous formulons alors comme l'hypothèse nulle $H_0 : \mu_{ACM}^h \leq \mu_{AMM}^h$;

L'hypothèse alternative est donc $H_1 : \mu_{ACM}^h > \mu_{AMM}^h$.

Nous statuons l'hypothèse de normalité de la distribution de la part moyenne du leader dans le prêt vu la taille importante des échantillons puis effectuons un test de Student de comparaison d'échantillons indépendants (ACM et AMM).

Les résultats décrits dans la table (5.3) indiquent qu'il y a une différence significative entre les moyennes de part du leader entre les structures AMM et les structures ACM ($p < .0001$ pour les deux tests). L'hypothèse nulle est alors rejetée et nous concluons que la part du leader dans la structure ACM est statistiquement supérieure à celle dans la structure AMM.

Statistiques						
Variable	Structure	N	Mean	Std Dev	Min	Max
Part du leader	AMM	3252	23.4009	15.8415	0.0759	99.8000
Part du leader	ACM	3471	25.8978	18.6444	1.9048	98.5606
Part du leader	Diff(1-2)		-2.4969	0.4233		

T-Tests					
Variable	Méthode	Variance	DL	t value	Pr > t
Part du leader	Variance égale	Egale	6721	-5.90	<.0001
Part du leader	Satterthwaite	Inégale	6658	-5.93	<.0001

Egalité des variances				
Méthode	Num DL	Den DL	F value	Pr > F
Test de Fischer	3470	3251	1.39	<.0001

TABLE 5.3 – Test de student : Comparaison des parts du leader entre les structures ACM et AMM

En conclusion, nous avons : $\mu_{ACC}^h > \mu_{ACM}^h > \mu_{AMM}^h$ comme suggérait la première hypothèse formulée.

La représentation des fonctions de répartition des parts du leader pour chaque structure représentée en figure (5.2) renforce la validité de cette conclusion.

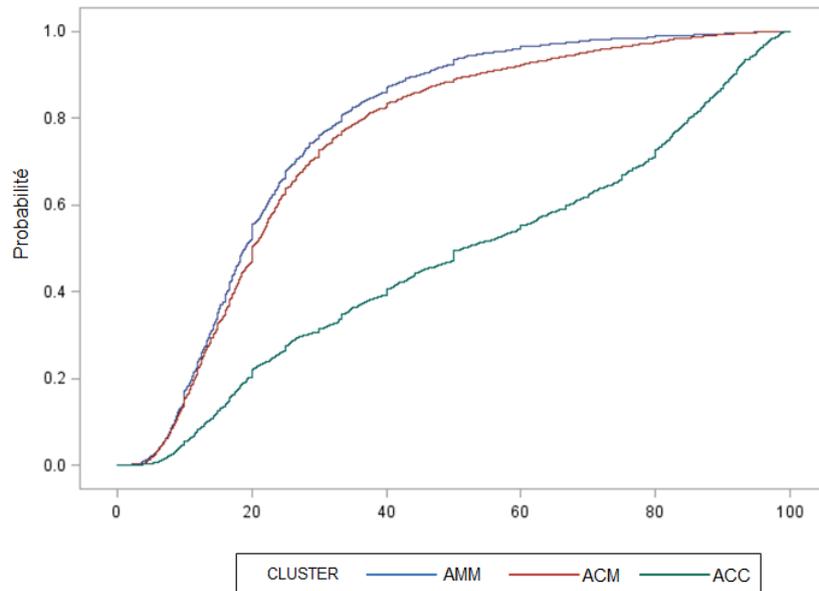


FIGURE 5.2 – Comparaison des fonctions de répartition de la part du leader selon le type de prêt

Vérification de H_b

Nous rappelons l'hypothèse H_b

H_b : *En moyenne, plus de surveillance serait effectuée en présence de co-agents.*

Pour caractériser l'effort, nous considérons le nombre de clauses fixés dans le prêt. Ainsi, nous cherchons à vérifier si ce nombre de conventions en présence de coagents est plus important que celui en absence de coagents (ou présence négligeable). Par ailleurs dans le modèle, la notion d'effort implique, entre autres, la possibilité du parasitisme de la part du leader (et des autres participants). Conformément à cela, nous excluons les prêts ayant plusieurs leaders. En effet, dans ce type de prêt, observer un effet de parasitisme de la part du groupe de leaders devrait être rare. Conserver ces prêts dans l'échantillon imposerait alors un biais réduisant le parasitisme qui pourrait dissimuler la décision optimale d'un leader prenant ses décisions avant les autres (comme spécifié dans le modèle). À la suite de ce filtre, nous obtenons un échantillon de 4627 prêts.

En désignant par N_c le nombre de conventions, nous définissons N_c^{Co++} pour désigner le nombre de conventions dans les prêts où le nombre de coagents est significatif. Cela regroupe les prêts de type ACC et ceux de type ACM. De même, nous évaluons N_c^{Co--} pour désigner le nombre de conventions dans les structures où le nombre de coagents est négligeable (structures de type AMM). Ainsi, l'hypothèse nulle s'écrit : $H_0 : N_c^{Co++} \leq N_c^{Co--}$.

L'hypothèse alternative est alors : $H_0 : N_c^{Co++} > N_c^{Co--}$

Les résultats du test de Student sur des échantillons indépendants sont consignés dans le tableau (5.4)

Statistiques						
Variable	Présence de co-agents	N	Mean	Std Dev	Min	Max
Nombre de conventions	Significative	2308	1.3289	1.1226	0	5
Nombre de conventions	Négligeable	2319	1.2135	1.2582	0	6
Nombre de conventions	Diff(1-2)		0.1154	1.1925		

T-Tests					
Variable	Méthode	Variance	DL	t value	Pr > t
Part du leader	Variance égale	Egale	4625	3.29	<.0010
Part du leader	Satterthwaite	Inégale	4570	3.29	<.0010

Egalité des variances				
Méthode	Num DL	Den DL	F value	Pr > F
Test de Fischer	2318	2307	1.26	<.0001

TABLE 5.4 – Test de student : Comparaison du nombre de conventions en présence et en absence de coagents

Les valeurs de p-value ($p < 0.001$) montrent que H_0 peut être rejetée, ce qui confirme que le nombre de coventions est statistiquement plus important en présence de coagents comme le soutient la figure 5.3 où on observe une densité plus importante de faibles clauses dans le cas des structures sans coagents. L'hypothèse H_b formulée est donc vérifiée.

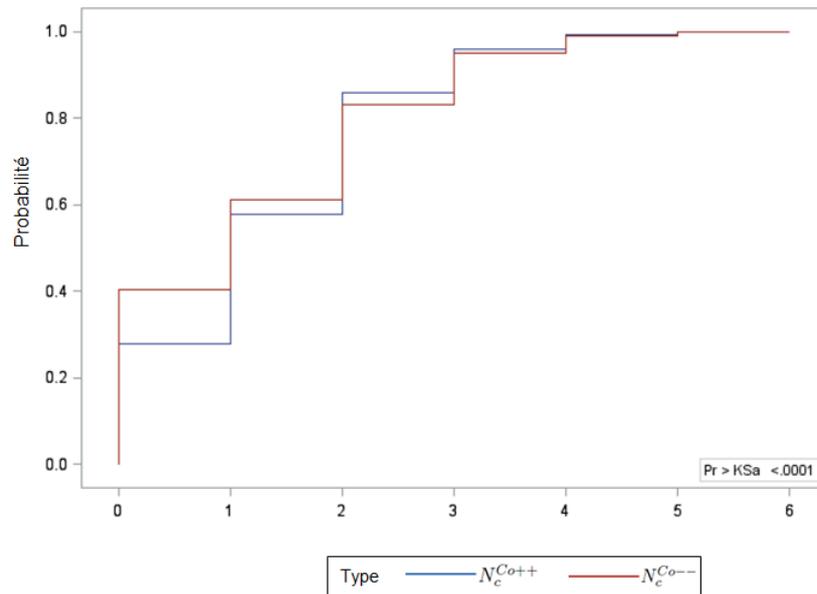


FIGURE 5.3 – Comparaison des fonctions de répartition du nombre de conventions en présence/absence de co-agents

Vérification de H_c

On rappelle que :

H_c : *Lorsqu'à l'optimum, un leader propose une structure composée à la fois de co-agents et de membres, la part du prêt en moyenne affectée aux co-agents serait supérieure à celle des membres.*

Ainsi, en considérant les prêts classés de type ACM, on formule l'hypothèse nulle et l'hypothèse alternative sur les moyennes de parts du prêt des co-agents et celle des membres. Ainsi :

Hypothèse H_0 : $\mu_{ACM}^{Co} \leq \mu_{ACM}^{Me}$

Hypothèse H_1 : $\mu_{ACM}^{Co} > \mu_{ACM}^{Me}$

Nous procédons à un test de Student sur données appariées. Les résultats consignés dans le tableau (5.5) indiquent que l'hypothèse H_0 est rejetée ($p < 0.0001$). Il est donc raisonnable de statuer que dans une structure de type ACM, la part totale des co-agents est en moyenne supérieure à la part totale des membres. Cela signifie que lorsque le leader a besoin autant de co-agents que de membres,

il alloue plus de part du prêt en général aux coagents.

Statistiques sur la différence : TotalPartCoagent - TotalPartMembre				
N	Mean	Std Dev	Minimum	Maximum
3471	8.8734	25.0438	0	98.1

DL	t value	Pr > t
3470	20.87	<.0001

TABLE 5.5 – Test de student sur les parts des coagents et des membres dans les structures de type ACM

5.3 Tests d’hypothèse sur les décisions en fonction de la qualité du prêt

Vérification de H_d

H_d : *En moyenne, une surveillance plus importante a lieu lors d’un prêt spéculatif que lors d’un prêt d’investissement.*

L’hypothèse H_d nécessite la classification des prêts selon leur qualité. La disponibilité des ratings conduit alors à une réduction de l’échantillon à 1334 prêts dont 814 prêts d’investissement et 520 prêts spéculatifs.

Il s’agit par la suite de comparer le nombre de conventions entre les deux qualités de prêt.

Hypothèse $H_0 : N_c^h \geq N_c^l$;

Hypothèse $H_1 : N_c^h < N_c^l$

Statistiques						
Variable	Type de prêts	N	Mean	Std Dev	Min	Max
Nombre de conventions	I	814	1.0737	0.8311	0	4
Nombre de conventions	S	520	1.9058	1.22231	0	6
Nombre de conventions	Diff(1-2)		-0.8321	1.0022		

T-Tests					
Variable	Méthode	Variance	DL	t value	Pr > t
Nombre de conventions	Variance égale	Egale	1332	-14.79	<.0001
Nombre de conventions	Satterthwaite	Inégale	824	-13.63	<.0001

Egalité des variances				
Méthode	Num DL	Den DL	F value	Pr > F
Test de Fischer	519	813	2.17	<.0001

TABLE 5.6 – Niveau d’effort du leader en fonction de la structure et du type de prêt

La valeur de la p-value ($p < 0.0001$) implique que l’hypothèse H_0 peut être rejetée. Ce qui permet de conclure que l’assertion H_1 est vraie, c’est à dire que le nombre de conventions est statistiquement plus important pour les prêts spéculatifs que pour les prêts d’investissement et permet d’établir une différence des décisions selon la qualité du prêt ².

2. Une autre hypothèse fut formulée sur la fréquence des structures sur la base des figures (4.1) et (4.3). En effet, “en moyenne, les structures avec coagents seraient plus fréquentes dans les prêts spéculatifs que dans les prêts d’investissement tandis que les prêts avec membres seraient plus fréquents dans les prêts d’investissement que dans les prêts spéculatifs”. Cependant, la validation de cette hypothèse exige un test sur des proportions. Ici, il s’appliquerait sur des données ayant subi une succession de filtres de disponibilité de données. Les échantillons finaux (n’ayant pas une très grande taille) ne peuvent donc être réellement considérés comme étant aléatoires. Les tests effectués sur cette hypothèse n’ont d’ailleurs pas permis de la valider.

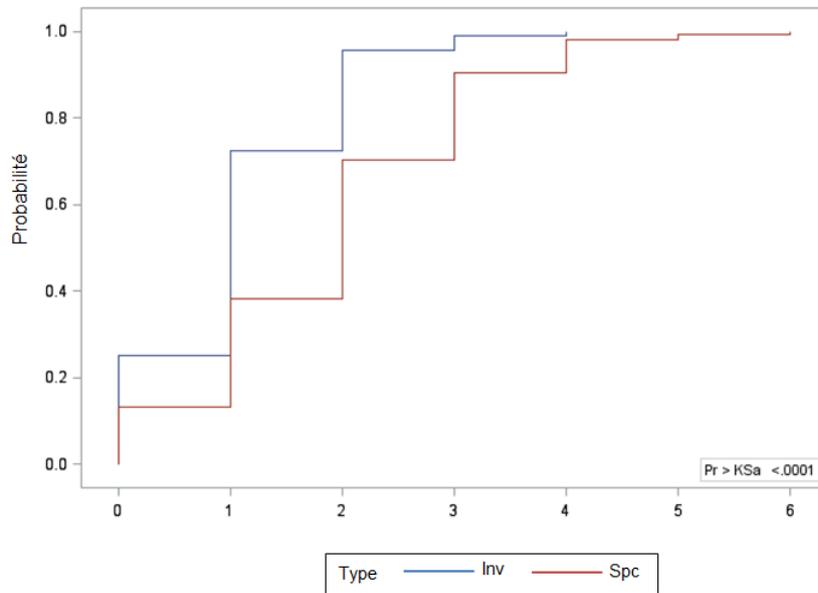


FIGURE 5.4 – Comparaison des fonctions de répartition du nombre de conventions selon la qualité du prêt

Conclusion du chapitre

Les 4 hypothèses formulées ont pu être validées sur les données de prêts syndiqués dans Dealscan. Ces vérifications témoignent de la cohérence mais également de la conformité du modèle avec les décisions réelles observées en moyenne dans les prêts syndiqués

Conclusion

Dans les syndicats de prêt, chaque banque se doit de prendre des décisions stratégiques dans l'optique de tirer le meilleur profit possible du prêt vu qu'il y a plusieurs intérêts en jeu. La plupart des études réalisées sur le marché de la syndication décrivent les caractéristiques des prêts syndiqués et les comportements observés sur les marchés. Le modèle de Breton et Francois (2011) apporte une grande nouveauté en ce sens qu'il essaie d'expliquer comment les banques devraient agir et quelles sont les décisions à l'optimum de second rang dans un marché à la fois coopératif et concurrentiel où les banques sont libres de tenir compte de leurs intérêts personnels. Le but de ce mémoire a été d'implémenter leur modèle, d'analyser les résultats et de comparer ses prédictions qualitatives à la réalité du marché de la syndication de prêt.

Développé dans un contexte de théorie des jeux couplé à la programmation dynamique, le modèle est basé sur un processus de jeux répétés sur un horizon infini et permet d'inférer trois résultats principaux : les niveaux d'effort respectifs des différents participants, le partage et la structure du prêt. A partir de ces résultats obtenus qui dépendent des caractéristiques du prêt et des réputations des joueurs, des prédictions testables ont été réalisées et ont pu être vérifiées comme étant conformes aux prêts syndiqués extraits de Dealscan.

Ainsi, nous avons pu vérifier qu'un leader prend une part plus importante en présence de coagents qui sont responsables d'un effort de surveillance plus important dans le prêt. Nous avons également vérifié qu'il y avait une surveillance plus accentuée dans les prêts spéculatifs que dans les prêts d'investissement en raison du risque supplémentaire. Nous avons pu vérifier enfin que lorsqu'une

structure de syndicats est constituée de co-agents et de membres, la part allouée aux co-agents est plus importante que celle allouée aux membres du syndicat. Ces assertions viennent compléter les travaux de Pascal et Missionnier-Piera, 2007 sur la structure d'un prêt syndiqué. Tandis que Pascal et Missionnier-Piera, 2007 expliquent la présence des co-agents pour leur apport dans les tâches administratives, ce mémoire présente leur apport en terme d'effort de surveillance. Ce mémoire supporte également les travaux de Jones et al 2005 sur la part retenue par le leader. En effet, ces auteurs montrent que le leader se doit en général de prendre une part importante du prêt pour témoigner de l'effort de surveillance qu'il compte fournir. Ici, nous avons montré que si le leader devait penser à son intérêt personnel, le leader prendrait des parts faibles dans les cas où il compte adopter un niveau d'effort de surveillance faible puis il prendrait des parts élevés lorsque la surveillance est importante. Le modèle est donc cohérent avec les études précédentes, consistent avec les prêts syndiqués réels et vient compléter la littérature sur le marché de la syndication de prêt.

Bibliographie

- [1] Anand B. and A. Galetovic 2006, Relationships, competition and the structure of investment banking markets *Journal of Industrial Economics* **54(2)** : 151-199.
- [2] d'Aspremont C., A. Jacquemin, J.J. Gabszewicz and J.A. Weymark, 1983. On the stability of collusive price leadership, *The Canadian Journal of Economics* **16** : 17-25.
- [3] Bellman, R., 1957. A Markovian Decision Process.
- [4] Breton, M., P. St-Amour and D. Venkatesh, 2002. Dynamic production teams with strategic behavior, *Journal of Economic Dynamics and Control* **27** : 875-905.
- [5] Breton, M. and P. François, 2011. Coalition strategies in loan syndication, mimeo.
- [6] Cai, J., A. Saunders, and S. Steffen, 2012, Syndication, interconnectedness, and systemic risk.
- [7] Chowdhry, B. and V. Nanda, 1996. Stabilization, syndication and pricing of IPOs, *Journal of Financial and Quantitative Analysis* **31** : 25-42.
- [8] Das, S.R. and A. Nanda, 1999. A theory of banking structure, *Journal of Banking and Finance* **23** : 863-895.
- [9] Dennis, A. and D. Mullineaux, 2000. Syndicated loans, *Journal of Financial Intermediation* **9** : 404-426.

- [10] Esty, B.C. and W.L. Megginson, 2003. Creditor rights, enforcement, and debt ownership structure : Evidence from the global syndicated loan market, *Journal of Financial and Quantitative Analysis* **38** : 37-59.
- [11] François, P. and F. Missionier-Piera, 2007. The agency structure of loan syndicates, *The Financial Review* **42** : 227-245.
- [12] Gopalan R., V. Nanda, V. Yerramilli, 2009. Lead Arranger Reputation and the Loan Syndication Market, *EFA 2008 Athens Meetings Paper*
- [13] Gopalan, R., V. Nanda, and V. Yerramilli, 2011, Does poor performance damage the reputation of financial intermediaries ? Evidence from the loan syndication market, *Journal of Finance*, 66 : 20832120.
- [14] Haselmann, R. and Wachtel, P., 2011. Foreign banks in syndicated loan markets, *Journal of Banking Finance*, 35(10) : 2679-2689.
- [15] Jones, W.W. Lang, and P. Nigro, 2005. Agent bank behavior in bank loan syndications, *Journal of Financial Research* **28** : 385-402.
- [16] Le, H., 2013. Risk-Sharing in the Syndicated Loan Market : Evidence from Lehman Brothers, *Job Market Paper 2013*
- [17] Lee, S. and D. Mullineaux, 2004. Monitoring, financial distress, and the structure of lending syndicates, *Financial Management* **33** : 107-130.
- [18] Lin, C., Y. Ma, P. Malatesta, Y. Xuan, 2012, Corporate Ownership Structure and Bank Loan Syndicate Structure, *Journal of Financial Economics* **104** : 1-22
- [19] Moody 's Investors Service, 2007, Corporate Default and Recovery Rates, 1920-2010, *Moodys Special Report*, New York

- [20] Nishiyama, Y., 2007. Are banks risk-averse? *Eastern Economic Journal*, **33** : 3.
- [21] Pichler, P. and W.J. Wilhelm, 2001. A theory of the syndicate : Form follows function, *Journal of Finance* **56** : 2237-2264.
- [22] Simons, K., 1993. Why do banks syndicate loans?, *New England Economic Review* (January) : 45-52.
- [23] Sufi, A., 2007. Information asymmetry and financing arrangements : Evidence from syndicated loans, *Journal of Finance* **62** : 629-668.
- [24] Strausz, R., 1997. Delegation of monitoring in a principal-agent relationship, *Review of Economic Studies* **64** : 337-357.
- [25] Wilson, 1968. The theory of syndicate, *Econometrica* **36** : 119-132.

Annexe A

Classification des rôles de banque dans un syndicat

Différents rôles de banque peuvent être retrouvés dans Dealscan. Nous regroupons ces rôles en trois catégories : Leader, co-agent et membre. Cette classification est inspirée de celle suggérée par Cai et al, 2012.

Une banque est classée comme étant leader si dans Dealscan la valeur du champ "LeadArrangerCredit" est positive. En utilisant cette approche, si aucun leader n'est trouvé, on affecte comme leader les banques ayant les rôles suivants : "administrative agent", "agent", "arranger", "bookrunner", "coordinating arranger", "lead arranger", "lead bank", "lead manager", "mandated arranger", and "mandated lead arranger".

Par ailleurs, une banque est classifiée comme étant co-agent si un des rôles suivants lui est affecté : "co-agent", "co-arranger", "co-lead arranger", "co-lead manager", "documentation agent", "managing agent", "senior arranger" et "syndications agent".

Enfin, tout autre rôle est classifié comme étant participant du syndicat.

Annexe B

Fonctions d'utilité des profits espérés

Le profit d'un joueur i est donnée par l'une des expressions (2.2), (2.3), (2.4) selon le rôle du joueur et la structure du syndicat. On applique alors une fonction d'utilité exponentielle à ces profits afin de considérer leur aversion au risque. Ainsi

- Si un joueur i prend sa décision d'effort individuellement, il maximise une fonction d'utilité personnelle. Sa part étant s_i dans un prêt de 1\$ de nominal, l'utilité du profit de ce joueur i est donnée par :

$$\begin{aligned} R_i(p, s, e) = & \gamma - (1 - q) \exp\left(\frac{-s_i a + ce_i}{\lambda}\right) \\ & - q(1 - p_j)(1 - p_k)(1 - \mu) \exp\left(\frac{s_i(1 - k(e_i)) + ce_i}{\lambda}\right) \\ & - q\left((1 - p_j)(1 - p_k)\mu + (1 - p_j)p_k(1 - \mu) + p_j(1 - p_k)(1 - \mu)\right) \exp\left(\frac{s_i(1 - k(e_i + 1)) + ce_i}{\lambda}\right) \\ & - q\left((1 - p_j)p_k\mu + p_j(1 - p_k)\mu + p_jp_k(1 - \mu)\right) \exp\left(\frac{s_i(1 - k(e_i + 2)) + ce_i}{\lambda}\right) \\ & - qp_jp_k\mu \exp\left(\frac{s_i(1 - k(e_i + 3)) + ce_i}{\lambda}\right) \end{aligned} \tag{B.1}$$

- Lorsque deux joueurs prennent ensemble leur décision d'effort (leader et coagent dans une structure ACM), ils agissent dans un premier temps comme s'ils ne représentaient qu'une seule entité capable de fournir un niveau d'effort $e_i + e_j \in \{0, 1, 2\}$. Le profit espéré est par la suite divisé dans un second temps en fonction de la part de chacun dans le prêt. Sachant les vecteurs de réputation et le partage du prêt (s_i et s_j pour les deux joueurs décidant ensemble), l'utilité du profit pour un prêt de 1\$ de nominal pour le joueur i (l'un quelconque des 2 joueurs) est ainsi donné par :

$$\begin{aligned}
R_i(p, s, e) = & \gamma - (1 - q) \exp\left(\frac{-s_i a + \frac{s_i}{s_i + s_j} c\left(\sum_{n=j,i} e_n\right)}{\lambda}\right) \\
& - q(1 - p_k)(1 - \mu) \exp\left(\frac{s_i \left(1 - k\left(\sum_{n=j,i} e_n\right)\right) + \frac{s_i}{s_i + s_j} c\left(\sum_{n=j,i} e_n\right)}{\lambda}\right) \\
& - q\left((1 - p_k)\mu + p_k(1 - \mu)\right) \exp\left(\frac{s_i \left(1 - k\left(\sum_{n=j,i} e_n + 1\right)\right) + \frac{s_i}{s_i + s_j} c\left(\sum_{n=j,i} e_n\right)}{\lambda}\right) \\
& - qp_k \mu \exp\left(\frac{s_i \left(1 - k\left(\sum_{n=j,i} e_n + 2\right)\right) + \frac{s_i}{s_i + s_j} c\left(\sum_{n=j,i} e_n\right)}{\lambda}\right)
\end{aligned} \tag{B.2}$$

- Si tous les trois joueurs prennent leur décision ensemble (cas précis de la structure ACC), les agents agissent comme s'ils étaient une unique entité pouvant fournir un effort $E \in \{0, 1, 2, 3\}$. Par la suite, ils divisent le profit espéré selon le partage du prêt. L'utilité du profit espéré de l'agent i , sachant sa part dans le prêt d' 1\$ de nominal est ainsi donné par :

$$\begin{aligned}
R_i(p, s, e) = & \gamma - (1 - q) \exp\left(\frac{-s_i a + s_i c\left(\sum_n e_n\right)}{\lambda}\right) \\
& - q(1 - \mu) \exp\left(\frac{s_i \left(1 - k\left(\sum_n e_n\right) + c\left(\sum_n e_n\right)\right)}{\lambda}\right) \\
& - q\mu \exp\left(\frac{s_i \left(1 - k\left(\sum_n e_n + 1\right) + c\left(\sum_n e_n\right)\right)}{\lambda}\right)
\end{aligned} \tag{B.3}$$

Annexe C

Résultats de la simulation S^{**}

Afin de percevoir la façon dont le leader alloue le prêt à un co-agent et à un membre, nous limitons la part de tous les agents à au plus 50%. En tenant compte des paramètres listés dans la section (4.2), nous effectuons la simulation S^{**} dont les résultats sous la perspective des banques invitées sont ici consignés :

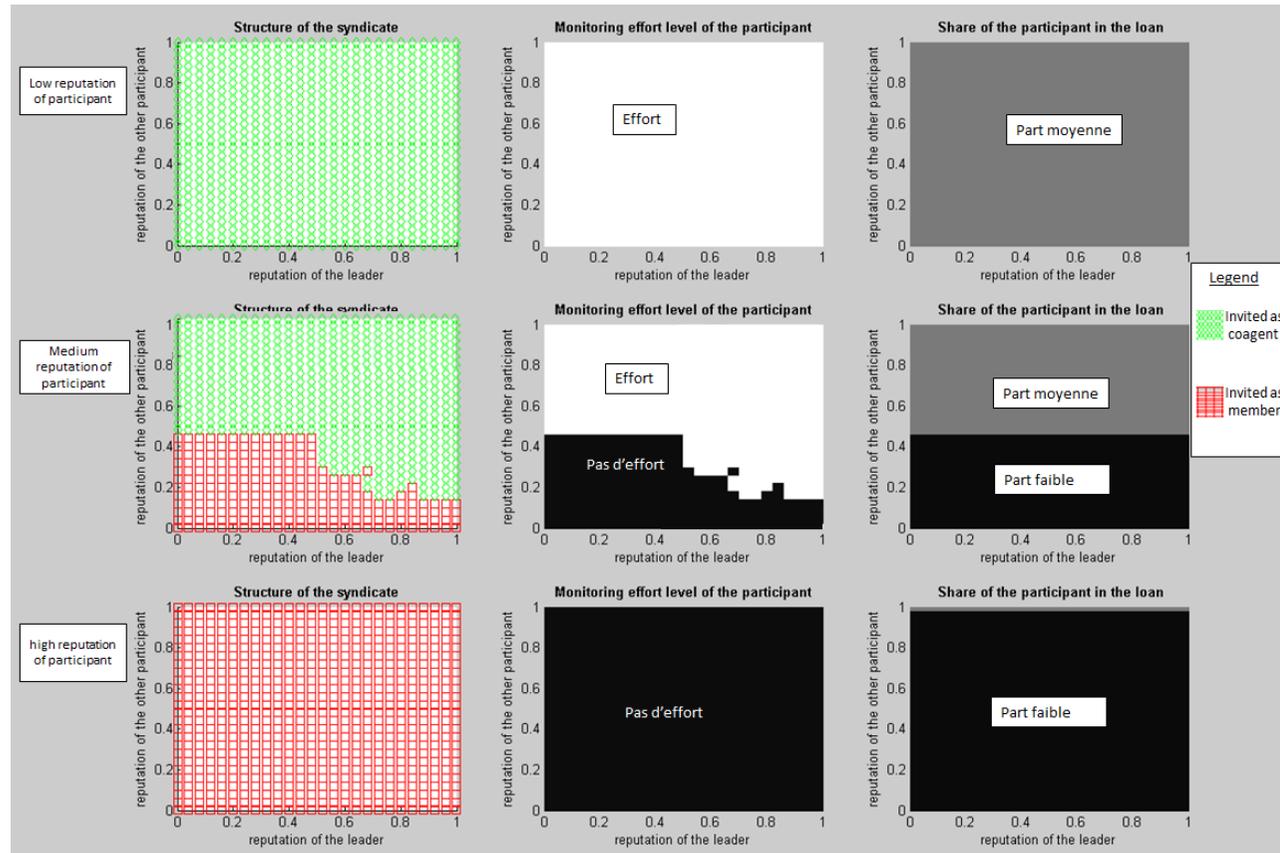


FIGURE C.1 – Simulation S^{**} : décision du participant pour un prêt d'investissement

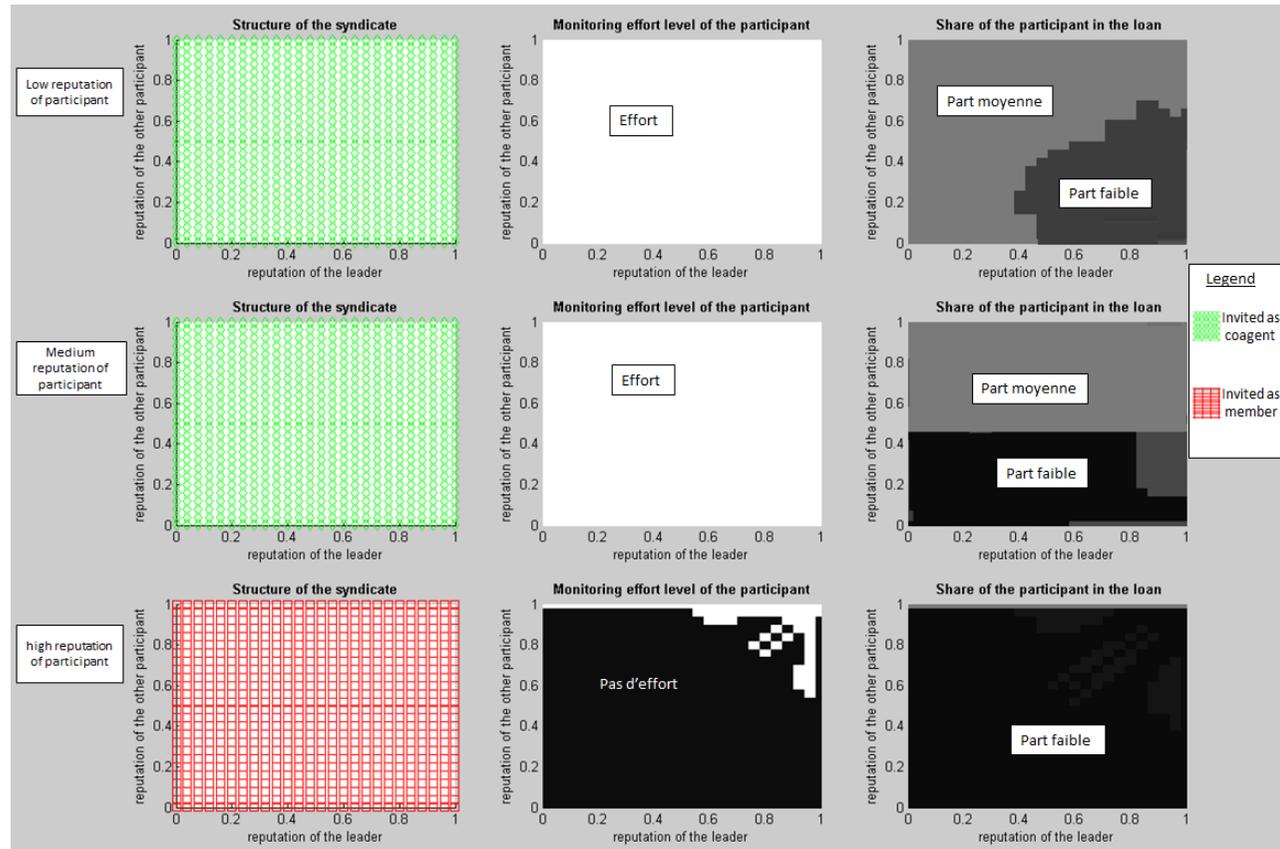


FIGURE C.2 – Simulation S^{**} : décision du participant pour un prêt spéculatif

Annexe D

Mise à jour de la réputation des joueurs

A l'instar de Gopalan et al. (2009), la réputation d'une banque peut être interprétée comme "la perception du marché de sa capacité innée et de sa volonté d'évaluer la qualité de l'emprunteur et de fournir de l'effort de surveillance après qu'un prêt ait été contracté". Cependant, l'effort individuel fourni par les différents participants du syndicat n'est pas observable même si le résultat d'un syndicat de prêt est une information publique dans le marché. Lorsque le prêt a été sain pendant tout son déroulement, il est difficile de savoir quel a été le réel niveau d'effort qui a eu lieu. On considère dans ce cas qu'il n'y a aucune information pertinente qui puisse permettre de mettre à jour la réputation des banques. Ainsi, dans ce cas, la réputation de la période future p' reste égale à p . Par contre, en cas de défaut, l'effort total est représentatif du résultat du prêt syndiqué. Si les banques fournissent peu d'effort et le marché est en baisse, le résultat sera médiocre tandis que si les banques fournissent beaucoup d'effort de surveillance et que les conditions du marché sont favorables, un meilleur taux de recouvrement est perçu. Dans ce cas, nous pouvons donc concevoir que l'effort total des banques est observable. Sachant que l'effort individuel n'est pas observable, la nouvelle réputation d'une banque sera considérée comme étant la probabilité qu'elle ait fournie de l'effort sachant l'effort total observé. Pour un

prêt syndiqué donné, on considère un joueur i quelconque, et on désigne par j et k les deux autres joueurs. On rappelle que E désigne l'effort total fourni par les banques et ε représente le choc externe dû au conjoncture du marché. on pose :

A l'évènement : " Le joueur i fourni de l'effort". On a : B_n l'évènement : "L'effort total observé par E est égale à n ". Ainsi, la nouvelle réputation du joueur i telle que définie est évaluée selon le théorème de Bayes et est donnée par :

$$p_i' = P(A|B_n) = \frac{P(A)P(B_n|A)}{P(B_n)} \quad (\text{D.1})$$

Ainsi, pour chaque cas caractérisé par l'effort total $E + \varepsilon$, les valeurs de $P(A)$, $P(B_n|A)$ et $P(B_n)$ sont données dans le tableau (D.1). Dans ces tableaux p_i , p_j et p_k représentent les réputations respectives des joueurs i , j et k et par définition les probabilités respectives que les joueurs i , j et k fournissent de l'effort.

En utilisant la formule de Bayes (D.1), les valeurs de la nouvelle réputation p_i' du joueur i à la période suivante sont données par le tableau (D.2)

$E+\varepsilon$	$P(A)$
0	p_i
1	p_i
2	p_i
3	p_i
4	p_i

$E+\varepsilon$	$P(B_n A)$
0	0
1	$(1 - p_j)(1 - p_k)(1 - \mu)$
2	$\mu(1 - p_j)(1 - p_k) + (1 - \mu)p_j(1 - p_k) + (1 - \mu)(1 - p_j)p_k$
3	$\mu p_j(1 - p_k) + \mu(1 - p_j)p_k + (1 - \mu)p_j p_k$
4	$\mu p_j p_k$

$E+\varepsilon$	$P(B_n)$
0	$(1 - p_i)(1 - p_j)(1 - p_k)(1 - \mu)$
1	$(1 - \mu)p_i(1 - p_j)(1 - p_k) + (1 - \mu)(1 - p_i)p_j(1 - p_k) + (1 - \mu)(1 - p_i)p_k(1 - p_j) + \mu(1 - p_i)(1 - p_j)(1 - p_k)$
2	$\mu p_i(1 - p_j)(1 - p_k) + \mu(1 - p_i)p_j(1 - p_k) + \mu(1 - p_i)p_k(1 - p_j) + (1 - \mu)p_i p_j(1 - p_k) + (1 - \mu)p_i p_k(1 - p_j) + (1 - \mu)(1 - p_i)p_j p_k$
3	$\mu(p_i(p_j(1 - p_k) + p_k(1 - p_j)) + (1 - p_i)p_j p_k) + (1 - \mu)(p_i p_j p_k)$
4	$\mu p_i p_j p_k$

TABLE D.1 – Formules des éléments de la mise à jour bayésienne

$E + \varepsilon$	p_i'
0	0
1	$\frac{p_i(1-p_j)(1-p_k)(1-\mu)}{(1-\mu)p_i(1-p_j)(1-p_k) + (1-\mu)(1-p_i)p_j(1-p_k) + (1-\mu)(1-p_i)p_k(1-p_j) + \mu(1-p_i)(1-p_j)(1-p_k)}$
2	$\frac{\mu p_i(1-p_j)(1-p_k) + (1-\mu)p_i p_j(1-p_k) + (1-\mu)p_i(1-p_j)p_k}{\mu p_i(1-p_j)(1-p_k) + \mu(1-p_i)p_j(1-p_k) + \mu(1-p_i)p_k(1-p_j) + (1-\mu)p_i p_j(1-p_k) + (1-\mu)p_i p_k(1-p_j) + (1-\mu)(1-p_i)p_j p_k}$
3	$\frac{\mu p_i p_j(1-p_k) + \mu p_i(1-p_j)p_k + (1-\mu)p_i p_j p_k}{\mu(p_i(p_j(1-p_k) + p_k(1-p_j)) + (1-p_i)p_j p_k) + (1-\mu)(p_i p_j p_k)}$
4	1

TABLE D.2 – Processus de mise à jour de la réputation