

Résumé de la thèse : Communication Stratégique et Réseaux

Jeanne HAGENBACH

1 Introduction

1.1 Observations initiales

Le travail de recherche que j'ai mené dans ma thèse a été motivé par deux observations extrêmement simples dont l'exposition constitue le point de départ de ce résumé.

Premièrement, dans de nombreuses situations, il nous faut faire des choix sans que notre connaissance des différentes alternatives soit parfaite. Face à une décision, nous utilisons donc naturellement nos expériences passées et connaissances propres, mais avons également recours au savoir des autres, surtout de ceux qui nous sont proche. Ainsi, un consommateur souhaitant acheter une voiture peut avoir à choisir une marque sans connaître complètement toutes les options dont il dispose. Comme l'acquisition d'un véhicule constitue un investissement majeur, il est probable que l'acheteur potentiel discute de sa décision avec ses amis et collègues pour obtenir des informations supplémentaires permettant un meilleur choix. Dans de nombreux contextes, parce que les entités individuelles ont accès à des sources d'informations différentes, "l'union fait la force" en matière de connaissances. Dans l'ensemble de mes travaux, j'ai considéré une classe générale de situations présentant le caractère suivant : *les informations sur les fondamentaux qui sont pertinents pour un groupe d'agents sont dispersées parmi ses membres*. Par conséquent, le partage des informations privées est le seul moyen dont les agents disposent pour estimer avec précision l'environnement dans lequel ils évoluent et réagir convenablement à celui-ci.

Deuxièmement, il semble largement admis que *la plupart des échanges d'informations utiles à la prise de décisions économiques a lieu via des réseaux informels* et non via des institutions centralisées. Un réseau de communication peut être défini comme un ensemble de liens à travers desquels les informations des agents circulent. Cette notion est vaste et comprend les relations amicales, les connexions virtuelles, aussi bien que les échanges réguliers que des collègues ont sur leur lieu de travail. Les réseaux d'amis sont des canaux important pour se passer le mot concernant les bons restaurants ou pour diffuser des opinions politiques; les réseaux professionnels peuvent servir à rapporter des opportunités d'emploi ou à rassembler des informations dispersées sur la demande à laquelle une firme fait face. Durant la dernière décennie, l'étude de ces réseaux a été un champ de recherche très actif en économie. Le présent résumé détaille comment mon travail s'inscrit dans la *Théorie des Réseaux Economiques et Sociaux* en plein développement.¹ Formellement, les réseaux seront modélisés selon

1. Pour une vue d'ensemble claire de cette théorie, le lecteur pourra se référer au manuel de M.O. Jackson (Jackson (2008)).

la manière usuelle, c'est-à-dire par des graphes dans lesquels les entités individuelles sont représentées par des noeuds et les relations entre ces entités par des arcs.

1.2 Problématique

Concernant la communication décentralisée ayant lieu au sein d'un réseau, deux principales branches sont habituellement distinguées. Dans certaines situations, la transmission des informations entre les agents est *mécanique*. La diffusion de ces dernières est *automatique* au sens où elle ne résulte pas d'un choix fait par les individus. Ainsi, il est probable que les personnes que nous fréquentons régulièrement aient appris quelles sont nos boutiques préférées (et utilisent cette information pour leurs propres achats) sans que nous n'intervenions sciemment dans cette révélation. Ensuite, il est possible que la circulation des informations découle d'un choix fait par les agents mais que celle-ci garde un caractère automatique. En effet, dans un groupe d'agents connectés, si les incitations collectives et individuelles au partage de l'information sont parfaitement alignées, alors il est dans l'intérêt de chaque agent de communiquer rapidement et honnêtement. On peut, par exemple, penser à des agents qui se passeraient le mot concernant l'utilisation d'une nouvelle technologie dont les bénéfices pour chaque utilisateur sont strictement croissants avec le nombre total de ces utilisateurs. Quand la transmission d'informations est automatique ou qu'elle constitue une stratégie dominante pour chaque agent, le processus de circulation peut être lié à l'architecture du réseau auquel ces derniers appartiennent. La communication mécanique dans les réseaux n'a pas été l'objet de mon travail. Une présentation détaillée des mécanismes de *Diffusion* et d'*Apprentissage* dans les réseaux est faite par M.O. Jackson dans les Chapitres 7 et 8 de son manuel (Jackson (2008)).

Dans d'autres situations, la communication entre les agents a un aspect *stratégique* parce que celle-ci a un impact direct et décisif sur leurs choix. Précisément, c'est en *manipulant* son information ou en *retardant* sa révélation qu'un agent cherche à influencer les comportements de ceux avec qui il interagit. Alors, la structure du réseau a également son importance mais il faut tenir compte du fait que les flux d'informations en son sein résultent de choix réfléchis. Nous considérerons qu'un *Dilemme de Communication* existe dès que l'intérêt collectif d'un groupe nécessite une mise en commun des informations privées, alors que les intérêts individuels poussent ses membres à les cacher ou à les manipuler. Ces dilemmes informationnels occupent une place centrale dans mon travail. En particulier, je me suis intéressée à l'étude de situations dans lesquelles la structure globale des incitations entrave la circulation parfaite des informations parmi des membres modérément informés d'un même groupe. Le travail que j'ai effectué se divise en deux parties. Dans la première partie de cette thèse, constituée du chapitre 1, le dilemme réside dans le fait que les agents ont un intérêt individuel à garder leurs informations secrètes aussi longtemps que possible, alors qu'une communication rapide est dans l'intérêt du groupe. Dans les chapitres 2 et 3, qui résultent d'un travail joint avec Frédéric Koessler (Chargé de Recherche au CNRS, affilié à l'Ecole d'Economie de Paris), un dilemme informationnel se pose car la révélation honnête de l'information est efficace socialement alors qu'il est dans l'intérêt des individus de manipuler celle-ci, c'est-à-dire de mentir.

Les dilemmes de communication décrits précédemment correspondent à de nombreuses situations écono-

miques. Par exemple, les différentes divisions d'une organisation ont souvent besoin de mettre en commun leurs informations pour obtenir une vue claire de l'environnement dans lequel la firme évolue et y adapter ses choix. Il est probable que les décisions prises dans la firme au niveau global, que cela soit par un ou plusieurs décideurs, affectent alors chaque division. Par conséquent, chaque division peut souhaiter manipuler les informations qu'elle possède pour pousser ces décisions dans sa direction préférée. En d'autres termes, même si les divisions ont un intérêt commun à maximiser le profit de la firme, leurs actions favorites peuvent différer en raison de leurs capacités propres ou de leurs goûts locaux. De la même manière, les membres d'un parti politique peuvent posséder des informations qui doivent être rassemblées afin de bien évaluer la situation et de promouvoir ainsi une politique bien adaptée. Pourtant, il est facile de concevoir que des préoccupations carriéristes puissent avoir un impact sur la communication ayant lieu entre les activistes. Quand, au sein d'un groupe, l'alignement entre les intérêts collectifs et individuels à partager l'information n'est pas parfaite, une question générale se pose de savoir comment ses membres communiquent stratégiquement pour affecter les choix en leur faveur.

Dans les contextes de dilemmes informationnels, cette thèse a donc pour objectif d'examiner la relation entre la façon dont les agents transmettent stratégiquement leurs informations et la structure des réseaux auxquels ils appartiennent. Cette relation peut aller dans deux sens distincts, selon que l'ensemble des connexions entre les agents *influence* ou *résulte de* la communication. Chacune de ces directions correspond à une des deux questions principales qui ont émergées de l'étude récente des réseaux par les économistes : Premièrement, comment la structure des réseaux affecte-t-elle les résultats économiques? Deuxièmement, pourquoi certaines structures de liens émergent-elles? La Théorie des Jeux Non-Coopératifs a été appliquée aux deux branches de recherche résultant de ces questions et mon travail contribue à ces deux dernières. D'une part, les participants aux "*Jeux en Réseaux*" (ou "*Network Games*") sont les membres d'un réseau donné au départ. L'objectif est alors d'analyser comment leurs comportements stratégiques dépendent de l'architecture de ce dernier. Mon premier chapitre, intitulé "**Centralizing Information in Networks**", s'inscrit dans l'ensemble de ces modèles. En effet, l'objectif est d'examiner comment la structure fixe des liens affecte la capacité des agents connectés à mettre en commun des informations initialement dispersées. D'autre part, les "*Jeux de Formation de Réseaux*" (ou "*Network Formation Games*") examinent les incitations des agents à créer des liens. Dans le chapitre 2², intitulé "**Strategic Communication Networks**", j'étudie comment la nature de la communication stratégique entre les agents façonne leurs relations. Le chapitre 3 complète cette analyse.

Parce qu'ils font appel à des environnements théoriques très différents, les détails de chacune des deux parties de cette thèse sont présentés séparément. Formellement, les réseaux sont modélisés selon la manière usuelle, c'est-à-dire par des graphes dans lesquels les entités individuelles sont représentées par des noeuds et les relations entre ces entités par des arcs.

2. Co-écrit avec F.Koessler, à paraître dans la *Review of Economic Studies*.

2 Chapitre 1 : Centralisation des informations dans les réseaux

2.1 Motivation, modèle et résultats

C'est une expérience menée en sociologie qui constitue la motivation initiale de cet article. Bonacich (1990) rapporte une expérience dans laquelle le succès d'un groupe d'agents ne pouvait être assuré que par une bonne circulation des informations entre ces derniers. Précisément, chacun des sujets expérimentaux recevait au départ un ensemble de lettres faisant partie d'une citation que le groupe de participants devait identifier. Une fois qu'un des individus avait découvert la citation, et indépendamment de l'identité de cet individu, le groupe recevait une *récompense collective* partagée également entre ses membres. Cette récompense diminuait avec le temps mis par le groupe pour atteindre l'objectif commun. Afin d'assembler les lettres initialement dispersées, les agents disposaient de plusieurs tours de jeu au cours desquels ils pouvaient transmettre les lettres qu'ils détenaient via des canaux de communication fixes. En effet, les participants étaient initialement arrangés dans un réseau donné dont les liens étaient les seuls conduits à travers lesquels les lettres pouvaient circuler. En plus d'être restreinte physiquement, la transmission des lettres avait un aspect stratégique puisque l'individu qui était le premier à identifier la citation au nom du groupe obtenait une *récompense additionnelle* qu'il gardait pour lui. C'est cette récompense qui était à l'origine d'un dilemme de communication.

L'expérience de P. Bonacich est représentative d'une large classe de situations dans lesquelles le problème de la communication entre les détenteurs d'informations se pose. Prenons par exemple le cas d'une équipe de travailleurs. Même s'il est clair qu'il y a un intérêt collectif pour ses membres à communiquer rapidement les uns avec les autres pour prendre des décisions appropriées, ces derniers peuvent, dans le même temps, se trouver en compétition pour être promu ou pour obtenir toute autre forme de gratitude. Dans ce cas, chaque agent peut souhaiter être finalement celui qui centralise, au nom de son équipe, les informations utiles à la prise de décision. Si cette équipe fait partie d'une organisation plus large, elle peut ne pas avoir la liberté de réorganiser librement la structure du réseau de communication existant entre ses membres. L'analyse de la transmission stratégique des informations privées via les liens d'une structure *donnée* s'avère alors pertinente.

Le grand intérêt de l'expérience décrite précédemment réside dans ce qu'elle a été menée pour différentes architectures de réseaux. D'un point de vue individuel, les résultats expérimentaux suggèrent les occupants de positions différenciées dans le réseau se comportent différemment, c'est à dire de manière plus ou moins coopérative, en matière de transmission des informations. D'un point de vue global, il résulte que l'issue des dilemmes informationnels est affectée par l'architecture des canaux de communication existant entre les joueurs. Mon travail modélise rigoureusement l'expérience décrite et apporte à ses résultats un soutien théorique. Plus précisément, j'articule la relation entre la communication et la structure des réseaux autour de deux questions. D'un point de vue collectif, l'objectif est de déterminer s'il existe des réseaux qui améliorent la capacité du groupe à centraliser les informations. La performance collective est évaluée selon que l'équipe réussit ou non à mettre en commun ces dernières à l'équilibre, et par le temps nécessaire pour ce faire. Au niveau individuel, c'est l'impact de la position d'un agent sur sa performance à rassembler les infos qui est examinée.³

3. Dans ce travail, le focus est porté sur l'échange stratégique d'informations et le processus de décision qui lui succède implicitement est ignoré. Pour ce faire, je suppose que personne ne décide jamais sans avoir rassemblé la totalité des informations (car il

Formellement, j'analyse des jeux dynamiques dans lesquels n joueurs sont les membres d'un graphe g donné et disposent de T périodes pour mettre en commun n informations initialement dispersées. Chacun est, au départ, doté d'une information qu'il est le seul à détenir. A chaque période, chaque joueur choisit stratégiquement de transmettre ou non toutes les informations qu'il détient à tous ses voisins dans le réseau. Les actions sont parfaitement observées par tous les joueurs à chacune des périodes. L'agent qui est le premier à centraliser les n informations est appelé le "gagnant". Dans ce cadre, mon principal résultat consiste en une condition nécessaire et suffisante pour qu'un groupe atteigne l'objectif collectif de mise en commun des informations privées dans chacun des équilibres (parfait en sous-jeux). Cette condition s'avère être *indépendante de la structure du réseau* dans laquelle se trouvent les agents. Précisément, je montre qu'un groupe de n joueurs n'échoue jamais en matière de centralisation des informations à l'équilibre si et seulement si le nombre des périodes dont il dispose pour ce faire est au moins égal à $n - 1$. Cette borne correspond au nombre minimal de liens qui sont nécessaires pour connecter tous les joueurs.

Au contraire, l'architecture du réseau *affecte* le temps mis pour rassembler les informations à l'équilibre. Avant tout, l'on peut noter que, même si la communication était automatique (c'est-à-dire que chaque agent transmettrait ses informations à tous ses voisins à chaque période du jeu), le temps mis pour centraliser les informations dépendrait de la structure des canaux de transmission. En particulier, chaque agent aurait besoin d'un nombre minimal de périodes pour gagner, qui dépendrait de sa position. Ce nombre minimal de périodes correspond à une mesure graphique appelée l'*excentricité*. Je prouve que, pour chaque agent, il existe un équilibre où il est le seul gagnant à une date égale à son excentricité. Par conséquent, je peux démontrer qu'il existe toujours un équilibre dans lequel le jeu prend fin à une date égale à la plus petite excentricité présente dans le groupe, c'est-à-dire égale au rayon du graphe. Enfin, je montre que, pour deux structures particulières de réseaux, il existe une borne supérieure au temps mis par les joueurs pour assembler les informations à l'équilibre.

2.2 Revue de la littérature et apport

Parce qu'il tente de lier la performance d'un groupe à sa structure de communication interne, mon premier article peut être mis en relation avec la vaste littérature sur la *Théorie des Equipes* (ou *Team Theory*) initiée par Marschak and Radner (1972). Cette théorie considère qu'il existe des contraintes physiques qui rendent coûteuses la transmission et le traitement d'informations initialement dispersées, et fait abstraction des problèmes d'incitations. En effet, les agents sont supposés agir uniquement dans l'intérêt de l'organisation, ce qui n'est pas le cas dans mon travail. Par contre, en accord avec cette littérature, je suppose que les informations ne peuvent être déformées. Les actions des agents consistent simplement à transmettre ou non des objets informationnels.

Dans les *Jeux en Réseaux*, les stratégies des joueurs connectés consistent en des choix très variés, qui diffèrent de transmettre ou non de l'information. Par exemple, Bramoullé and Kranton (2007) examinent un jeu de bien public où les paiements des joueurs dépendent de la somme de leurs propres contributions et de celles de leurs voisins. Ils caractérisent les multiples équilibres du jeu à l'aide de concepts issus de la *Théorie des Graphes*. Pour

est très coûteux de prendre une mauvaise décision par exemple). De plus, je fais l'hypothèse que, lorsqu'un agent est parfaitement informé, la bonne décision à prendre est parfaitement déterministe. En permettant à chaque membre du groupe de prendre une décision au nom de tous, ce travail fait également abstraction des questions concernant l'allocation du pouvoir décisionnel.

résoudre le jeu proposé dans le premier article de ma thèse, j'ai également recours à des résultats issus de cette théorie. J'utilise, en particulier, la notion d'excentricité d'un nœud ainsi qu'un résultat d'existence d'individus dits "critiques". Ballester et al. (2006) analysent une classe de jeux à information complète présentant des complémentarités stratégiques entre les actions des agents connectés. Ils montrent qu'à l'équilibre, l'effort exercé par chaque agent dépend d'une mesure de sa centralité appelée l'indice de Katz-Bonacich (Bonacich (1987)). Dans mon travail, je lie la position des agents à certains de leurs paiements d'équilibre mais pas directement à leurs stratégies d'équilibres. La différence principale entre les travaux existants et le jeu que je propose est qu'il est *dynamique*.

D'un point de vue théorique, mon premier article est également lié à la littérature traitant des *Guerres d'Usure* à plusieurs joueurs. En effet, pour que notre jeu dynamique finisse avec un gagnant, il faut qu'un joueur parvienne à rassembler toutes les informations dispersées avant que la limite temporelle du jeu ne soit atteinte. Dans un réseau complet, comme chaque agent est directement connecté à chaque autre agent, une information transmise est immédiatement reçue par chaque joueur. Par conséquent, dès que tous les joueurs sauf un seul ont "cédé", le jeu se termine avec, pour gagnant, le joueur ne l'ayant pas fait. En ce sens, le jeu dynamique que j'étudie est une guerre d'usure dans laquelle n joueurs sont en compétition, en temps discret et fini, pour remporter un seul prix. Comme dans les guerres d'usure habituelles, chaque joueur préfère strictement gagner à perdre mais préfère perdre tôt à perdre tard. La différence réside dans le fait que l'ordre dans lequel les $n - 1$ cessions doivent arriver dépendent de la structure du réseau liant les agents. En montrant que, pour chaque agent, il existe un équilibre dans lequel cet agent uniquement gagne à la date la plus petite à laquelle il lui est physiquement possible de gagner, nous généralisons des résultats de Hendricks and Wilson (1988).

Pour finir, mon travail peut être mis en relation avec des recherches menées en *Psychologie Sociale*. Ces dernières ont mis en lumière le rôle crucial joué par la structure des liens de communication existants dans un groupe sur ses capacités d'agrégation des informations. En particulier, les articles de Bavelas (1950) and Leavitt (1951) ont été à l'origine de nombreux travaux empiriques sur le sujet qui n'ont pas été accompagnées par beaucoup de développements théoriques. Les résultats expérimentaux suggèrent que la relation entre la structure de communication et la performance d'un groupe dépend grandement de la tâche que le groupe doit effectuer. Il semble que si la tâche est relativement simple, les structures centralisées sont plus adaptées que les structures décentralisées. Mes résultats sont en accord avec cette observation.

3 Chapitres 2 et 3: Réseaux de communication stratégique

3.1 Motivation, modèle et résultats

Dans de nombreuses situations économiques, les agents ont un intérêt à coordonner leurs actions ainsi qu'à adapter ces dernières à un état du monde inconnu. Dans le second article de ma thèse, nous considérons ce type de contextes mais nous détachons de l'hypothèse courante selon laquelle les agents s'accordent sur le profil optimal de décisions conditionnel à l'état du monde. Plus précisément, parce que leurs goûts peuvent différer, nous supposons que les entités qui interagissent varient en matière de proximité idéale aux fondamentaux.

Comme nous l'avons mentionné précédemment, les différentes divisions d'une organisation doivent souvent coordonner leurs actions pour en maximiser le profit, ainsi qu'adapter celles-ci à l'environnement incertain dans lequel l'organisation évolue. Pour plusieurs raisons, allant des coûts locaux d'adaptation aux préoccupations en matière de carrières, il est probable que chacune de ces divisions cherche, dans le même temps, à adapter ses choix à ses particularités. Dans "Strategic Communication Networks", nous considérons une classe de jeux de coordination à information incomplète dans lesquels chaque individu cherche à choisir une action proche des actions choisies par les autres individus mais aussi proche de son "action idéale". Chaque action idéale dépend de l'état de la nature et d'un biais idiosyncrasique, comme dans le modèle de *communication gratuite* (ou *cheap-talk*) de Crawford and Sobel (1982). Ces biais varient d'un individu à l'autre, et le profil de biais dans la population mesure donc le conflit d'intérêt auxquels les agents font face.

Dans ce type de situations, notre objectif est d'analyser comment les agents se transmettent stratégiquement les signaux privés qu'ils détiennent sur l'état de la nature commun. En effet, *avant* de prendre les décisions qui détermineront directement leurs paiements, les joueurs ont la possibilité de communiquer les uns avec les autres de manière décentralisée et stratégique. Il n'existe aucune contrainte physique restreignant les possibilités d'échanges d'informations et chaque joueur a la possibilité d'envoyer de manière privée à chaque autre joueur un message gratuit et non vérifiable sur son signal. C'est parce que les agents ont des actions idéales différentes qu'ils peuvent avoir un intérêt à mentir à propos de leur type quand ils le communiquent aux agents avec qui ils interagiront lors de la phase de décision. Nous nous focalisons sur la manière dont l'hétérogénéité des préférences influence la transmission stratégique d'informations et adressons la question suivante: "qui parle à qui?".

Lors de la phase de communication, chaque agent est à la fois un émetteur et un récepteur de messages ainsi qu'un décideur. Une des nouveautés principales de ce travail réside dans le fait que nous proposons de caractériser la transmission privée d'informations par un *Réseau de Communication Stratégique*. Un tel réseau associe, à chaque joueur-émetteur, un ensemble de récepteurs qui constitue son voisinage. Nous dirons qu'un joueur est le récepteur d'un autre joueur si ce dernier lui transmet son information de manière honnête. En d'autres termes, une connexion matérialise une révélation d'information crédible. Nous caractérisons complètement, et de manière relativement simple, les réseaux qui émergent à l'équilibre en fonction des préférences dans la population. Cette contribution peut se résumer, grossièrement, de la manière suivante: plus les biais des agents sont proches, plus ces derniers ont tendance à communiquer honnêtement ou, de manière équivalente, à se connecter. Cet effet est renforcé par un plus grand besoin de coordination de la part des joueurs.

Les contraintes d'incitations informationnelles traduisent le fait qu'aucun joueur-émetteur n'a intérêt à mentir à propos de son type à son ensemble (endogène) de récepteurs. Comme dans les jeux standards de communication gratuite, cette condition peut être formulée comme une condition sur la proximité entre les biais de l'émetteur et des récepteurs. Dans les modèles existants qui analysent le cas de décideurs multiples mais stratégiquement indépendants (Farrell and Gibbons (1989), Goltsman and Pavlov (2009), Galeotti et al. (2009)), il suffit de vérifier que l'émetteur n'a pas intérêt à manipuler son signal lorsqu'il s'adresse à n'importe lequel des récepteurs. Dans notre modèle, les contraintes d'incitations prennent une forme plus sophistiquée car les agents souhaitent coordonner leurs actions lors de la phase de décision. En raison des interactions stratégiques entre

les récepteurs, la manière dont chacun réagit au signal d'un émetteur dépend du nombre total (anticipé) des récepteurs de ce signal. Dans le même temps, comme l'émetteur souhaite également coordonner son action avec celles de ses récepteurs, chaque déviation de l'émetteur entraîne des coûts de coordination qui dépendent du nombre total de ses récepteurs et du nombre des ces derniers auxquels il ment. Grâce à l'hypothèse de fonctions de pertes quadratiques, nous montrons finalement qu'un agent communique à un groupe si son biais est assez proche de la moyenne des biais des membres de tout sous-groupe de ce groupe.

Un élément-clé de notre caractérisation des équilibres réside dans le fait que la communication entre deux agents ne dépend pas seulement du conflit d'intérêt qui existe entre eux mais également des préférences et du nombre des autres agents à qui ils parlent. En particulier, nous observons que la communication d'un émetteur donné à un large groupe de récepteurs peut émerger à l'équilibre, alors même qu'il n'existe aucun équilibre dans lequel cet émetteur communique uniquement avec un sous-groupe de ce large groupe.⁴ L'on parlera d'un "Effet Disciplinant de la Coordination (de multiples audiences) sur la Communication".

Finalement, nous établissons des prédictions précises sur les réseaux de communication stratégique d'équilibre pour certaines configurations de biais. Lorsque les biais sont distribués de manière uniforme dans la population, nous montrons que la tendance d'un émetteur à communiquer augmente avec la proximité de son biais au biais moyen dans la population. En général, la communication est donc asymétrique : les centristes ont tendance à influencer plus fortement les décisions des autres agents que les extrémistes, car ils transmettent leurs informations honnêtement à des agents plus éloignés en terme de préférences. Cet effet est renforcé lorsque le besoin de coordination entre les agents est plus fort. Si les joueurs sont organisés en groupes, chaque groupe ayant sa propre action idéale, nous montrons que les membres du groupe le plus grand ont tendance à communiquer plus facilement avec les agents extérieurs à leur groupe que les membres de groupes plus petits ne le font.

Dans cet article, nous montrons également que les réseaux de communication stratégique ne peuvent pas être parfaitement ordonnés au sens de Pareto, mais que le bien-être social espéré s'accroît quand la communication augmente. Ce résultat est le point de départ d'un travail en cours (avec F. Koessler) et intitulé **"Strategic Communication Networks : How to Improve Information Transmission?"**. Il propose trois protocoles de communication différents de la communication privée, gratuite et statique, qui entraînent tous une amélioration de la transmission d'informations à l'équilibre. Dans le cas de la *Communication Publique au Sein de Groupes*, chaque joueur doit s'exprimer publiquement face à une audience donnée. Dans le cas de la *Communication Dynamique*, plusieurs étapes de communication gratuite sont offertes aux joueurs qui ont alors la possibilité d'utiliser des intermédiaires. La communication publique et la communication dynamique affaiblissent les contraintes d'incitations informationnelles par rapport au cas statique. Finalement, nous considérons le cas

4. Pour comprendre cette intuition, considérons une situation simple impliquant 3 agents dont un seul est informé, et joue donc le rôle d'émetteur : l'émetteur et un des deux agents non-informés souhaitent choisir une action adaptée exactement au vrai état de la nature ; l'autre agent non-informé est biaisé positivement, c'est-à-dire qu'il souhaite prendre une décision plus grande que l'état. Nous supposons que chaque joueur cherche également à coordonner sa décision avec celle des deux autres. Lorsque l'émetteur communique seulement avec l'agent biaisé, il a une forte incitation à "sous-rapporter" son type afin de diminuer l'anticipation de l'agent sur l'état et de rapprocher ainsi l'action de ce récepteur de l'idéal de l'émetteur. Au contraire, lorsque l'émetteur communique à la fois avec l'agent biaisé et l'agent non-biaisé, il peut n'avoir aucune incitation à mentir conjointement à ces derniers car leur biais moyen est faible, c'est-à-dire proche du sien qui est nul. Il peut également n'avoir aucun intérêt à mentir à l'agent biaisé. En effet, les deux agents sont maintenant plus réactifs au message de l'émetteur que lorsque ce dernier ne communique qu'à un seul agent. Par conséquent, une déviation entraîne une plus grande dispersion des actions des joueurs et donc induit des coûts de coordination plus élevés.

d'*Informations Vérifiables*⁵ et démontrons que la révélation complète d'information est possible même lorsque les conditions pour que cela se produise ne sont pas remplies dans le jeu de communication gratuite.

3.2 Revue de la littérature et apport

Dans la classe des *Jeux de Coordination à Information Incomplète* que nous considérons, l'hypothèse que les individus diffèrent en matière d'information est courante mais pas celle de l'hétérogénéité des préférences. Lorsqu'il n'y a pas de conflit d'intérêts entre les agents en matière de profile d'action contingent à l'état de la nature, la question typiquement adressée concerne l'efficacité de la distribution des signaux sur cet état. Depuis Morris and Shin (2002) and Angeletos and Pavan (2007), la manière dont la capacité de coordination des agents et leur bien-être global sont affectés par la structure de l'information sur l'état commun a été mieux comprise, en particulier en ce qui concerne la nature publique ou privée des signaux. Lorsque les objectifs des agents sont alignés mais qu'il existe des coûts ou des contraintes physiques à l'établissement de liens de communication entre les agents, un autre sujet d'étude concerne l'identification des structures de communication les plus efficaces. Calvó-Armengol and Martí (2009) cherchent ainsi à déterminer l'architecture des réseaux de communication qui améliorent la performance de l'organisation en matière d'identification de l'état de la nature.

Comme nous offrons aux joueurs une phase de *Communication Gratuite* (ou *Cheap-Talk*), notre travail est lié à la littérature basée sur l'article de Crawford and Sobel (1982). Notre modèle considère des décideurs multiples et interdépendants, chacun d'eux étant doté d'une information privée. Au contraire, les extensions du modèle émetteur-récepteur de Crawford and Sobel (1982) incluant plus de deux joueurs se sont concentrées sur le cas de plusieurs émetteurs et d'un unique récepteur. L'article de Farrell and Gibbons (1989) est une exception puisqu'il examine une situation dans laquelle un unique émetteur s'adresse à plusieurs récepteurs de manière privée ou publique. Les auteurs identifient ainsi une situation qu'ils appellent "Discipline Mutuelle due à la Communication Publique" dans laquelle l'information de l'émetteur n'est pas révélée aux récepteurs lorsque la communication est privée alors qu'il existe un équilibre où la révélation de l'information est parfaite en public. Au contraire, ce sont les interactions entre les récepteurs qui sont à l'origine de notre "Effet Disciplinant de la Coordination".

Comme nous déduisons l'existence de connections entre les joueurs de l'informativité de leurs stratégies de communication, le second article de ma thèse peut être relié aux *Jeux de Formation de Réseaux*.⁶ Rappelons que ces jeux examinent comment l'architecture des réseaux sociaux ou économiques dépend des stratégies des agents. Cependant, la manière dont nous construisons les liens de communication diffère complètement de celle proposée dans les jeux de formation de réseaux existants. Dans ce type de jeux, les stratégies des joueurs consistent principalement à lister les contacts désirés étant donnés, de manière exogène, les coûts et bénéfices des connections directes et indirectes. De plus, comme il est largement admis qu'une grande part des informations nécessaires à la prise de décisions économiques sont échangées dans les réseaux de relations, la valeur des connections est souvent interprétée en terme informationnel. Cependant, la question de savoir si les

5. En accord avec la terminologie de Milgrom (1981), Green and Laffont (1986), Okuno-Fujiwara et al. (1990) ou Seidmann and Winter (1997), les informations sont dites certifiables lorsque l'ensemble des messages dont dispose un émetteur dépend de son information privée.

6. Pour une revue de cette littérature, l'on pourra se reporter au Chapitre 9 du manuel de M.O.Jackson (Jackson (2008))

agents, une fois liés, ont effectivement intérêt à transmettre leurs informations n'a pas été clairement étudiée. Au contraire, nous nous focalisons sur les incitations à manipuler les informations. Nous assimilons ensuite la révélation crédible d'informations à la construction des canaux à travers lesquelles celle-ci a lieu. Les bénéfices tirés des connections sont alors déterminés de façon endogène par la manière dont les informations transmises sont utilisées dans la phase de décision.

4 Conclusion

Dans le premier chapitre, j'analyse un jeu dynamique dans lequel les joueurs sont les membres d'un réseau fixé. A chaque période, chaque agent décide ou non de passer son information privée à ses voisins directs. Il lui est impossible de manipuler l'information qu'il transmet. Etant donné le dilemme informationnel auquel les agents font face, la structure du réseau affecte le temps nécessaire pour atteindre l'objectif commun de centralisation des informations à l'équilibre. Au niveau individuel, la position de chaque joueur a une influence sur la date la plus petite à laquelle il peut gagner à l'équilibre. Dans le second chapitre, nous nous focalisons sur les incitations des agents à manipuler leurs signaux privés. Dans ce cadre, la communication stratégique entre les joueurs dépend de l'hétérogénéité de préférences. Initialement, les joueurs n'appartiennent pas à une réseau donné mais leurs connections sont déduites de l'informativité de leurs stratégies de communication.

Mon travail examine donc la relation entre *communication stratégique* et *réseaux* en considérant deux types distincts d'hétérogénéité des agents: dans la première partie, des joueurs homogènes diffèrent en matière de position dans un réseau; dans une seconde, les joueurs varient en matière de préférences mais pas en ce qui concerne leur localisation dans une structure de communication. Deux des protocoles de communication que nous proposons dans le Chapitre 3 réconcilient ces deux visions. Dans le Chapitre 2, nous proposons un jeu de communication gratuite avec plusieurs émetteurs et récepteurs et autorisons chaque joueur à envoyer un message différent à chacun des autres joueurs. Dans une certaine mesure, la *Communication Publique au Sein de Groupes* ou la *Communication Dynamique* permettant l'utilisation d'intermédiaires suppose implicitement l'existence d'une structure de communication pré-existante. Dans le Chapitre 3, nous montrons que de tels protocoles facilitent la transmission d'informations par rapport à la communication privée. On peut par conséquent se demander dans quelle mesure une structure de communication donnée permet de forcer les joueurs à faire des annonces publiques à des groupes ou à passer par des intermédiaires. D'une façon plus générale, il semble prometteur de construire un cadre permettant d'analyser les stratégies de joueurs influencés à la fois par leurs places dans une structure sociale et par leurs goûts propres.

Références

- ANGELETOS, G.-M. AND A. PAVAN (2007): "Efficient Use of Information and Social Value of Information," *Econometrica*, 75, 1103–1142.
- BALLESTER, C., A. CALVO-ARMENGOL, AND Y. ZENOU (2006): "Who's who in Networks. Wanted: The Key Player," *Econometrica*, forthcoming.

- BAVELAS, A. (1950): "Communication Patterns in Task-Oriented Groups," *Journal of Acoustical Society of America*, 22, 725–730.
- BONACICH, P. (1987): "Power and Centrality: A Family of Measures," *American Journal of Sociology*, 92, 1170–1182.
- (1990): "Communication Dilemmas in Social Networks: An Experimental Study," *American Sociological Review*, 55, 448–459.
- BRAMOULLÉ, Y. AND R. KRANTON (2007): "Public Goods in Networks," *Journal of Economic Theory*, 135, 478–494.
- CALVÓ-ARMENGOL, A. AND J. D. MARTÍ (2009): "Information Gathering in Organizations: Equilibrium, Welfare and Optimal Network Structure," *Journal of the European Economic Association*, 7, 116–161.
- CRAWFORD, V. P. AND J. SOBEL (1982): "Strategic Information Transmission," *Econometrica*, 50, 1431–1451.
- FARRELL, J. AND R. GIBBONS (1989): "Cheap Talk with Two Audiences," *American Economic Review*, 79, 1214–1223.
- GALEOTTI, A., C. GHIGLINO, AND F. SQUINTANI (2009): "Strategic Information Transmission in Networks," mimeo.
- GOLTSMAN, M. AND G. PAVLOV (2009): "How to Talk to Multiple Audiences," mimeo.
- GREEN, J. R. AND J.-J. LAFFONT (1986): "Partially Verifiable Information and Mechanism Design," *Review of Economic Studies*, 53, 447–456.
- HENDRICKS, K., W. A. AND C. WILSON (1988): "The War of Attrition in Continuous Time with Complete Information," *International Economic Review*, 29, 663–680.
- JACKSON, M. (2008): *Social and Economic Networks*, Princeton University Press.
- LEAVITT, H. (1951): "Some Effects of Certain Communication Patterns on Group Performance," *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 46, 38–50.
- MARSCHAK, J. AND R. RADNER (1972): *Economic Theory of Teams*, New Haven and London, Yale University Press.
- MILGROM, P. (1981): "Good News and Bad News: Representation Theorems and Applications," *Bell Journal of Economics*, 12, 380–391.
- MORRIS, S. AND H. S. SHIN (2002): "Social Value of Public Information," *American Economic Review*, 92, 1521–1534.
- OKUNO-FUJIWARA, A., M. POSTLEWAITE, AND K. SUZUMURA (1990): "Strategic Information Revelation," *Review of Economic Studies*, 57, 25–47.
- SEIDMANN, D. J. AND E. WINTER (1997): "Strategic Information Transmission with Verifiable Messages," *Econometrica*, 65, 163–169.