

Chapitre 1 – Principes de base de la théorie des jeux

EXTRAIT DU PROGRAMME : 4. La théorie des jeux : Description d'un jeu et de son fonctionnement ; Equilibre de Nash.

PLAN DU COURS

- I. INTRODUCTION : NOUVELLE MICROECONOMIE ET THEORIE DES JEUX
- II. PRESENTATION D'UN JEU : LE DILEMME DU PRISONNIER ET L'EQUILIBRE DE NASH
 - A. LE JEU DU DILEMME DU PRISONNIER
 - B. L'EQUILIBRE DE NASH
 - 1. DEFINITION
 - 2. LIMITES
 - C. LA METHODE DE L'INDUCTION A REBOURS
- III. TYPOLOGIE DES JEUX
 - A. LES JEUX STATIQUES ET DYNAMIQUES
 - B. LES JEUX REPETES
 - 1. DEFINITION
 - 2. REPETITION EN HORIZON INFINI
 - 3. REPETITION EN HORIZON FINI
 - C. LES JEUX DE COOPERATION ET DE NON COOPERATION

TRAVAIL PERSONNEL

MOTS CLES A DEFINIR : jeu, stratégies, gains/pertes, joueurs, issues, coopération/coordination, équilibre de Nash, dilemme du prisonnier, optimum de Pareto, stabilité, unicité, point focal, induction à rebours, jeux statiques/dynamiques, jeux répétés, menace crédible, jeux de coopération/non coopération.

AUTEURS/THEORIES A CONNAITRE : Adam Smith, John Von Neumann et Oskar Morgenstern (1944)^{***}, Emile Borel, Augustin Cournot (1838)^{***}, Joseph Bertrand (1883)^{***}, Heinrich von Stackelberg (1934)^{***}, Albert Tucker (1950)^{***}, Thomas Schelling (1960)^{***}.

EXERCICE N°1 : Le dilemme du prisonnier d’Albert Tucker (1950)

Deux suspects sont arrêtés par la police. Mais les agents n'ont pas assez de preuves pour les inculper, donc ils les interrogent séparément en leur faisant la même offre. « *Si tu dénonces ton complice et qu'il ne te dénonce pas, tu seras remis en liberté et l'autre écoperà de 10 ans de prison. Si tu le dénonces et lui aussi, vous écopererez tous les deux de 5 ans de prison. Si personne ne dénonce l'autre, vous aurez tous deux 1 an de prison.* »

Années de détention		Prisonnier 2	
		Ne pas dénoncer	Dénoncer
Prisonnier 1	Ne pas dénoncer	(1, 1)	(10, 0)
	Dénoncer	(0, 10)	(5, 5)

Questions

1. Sur la base de vos connaissances, caractérisez l’information de ce jeu.
2. Déterminez la stratégie dominante¹ de chaque joueur.
3. Déterminez si cette stratégie est rationnelle ; optimale.

¹Une stratégie dominante est une stratégie qui rapportera toujours plus au joueur qu'une autre stratégie, quelle que soit la stratégie de l'autre joueur.

EXERCICE N°2 : Les limites du concept de l’équilibre de Nash

CAS 1 :

Années de détention		Prisonnier 2	
		Ne pas dénoncer	Dénoncer
Prisonnier 1	Ne pas dénoncer	(1, 2)	(0, 4)
	Dénoncer	(0, 5)	(3, 2)

Question

1. Déterminez l’équilibre de ce jeu. Que pouvez-vous en conclure ?

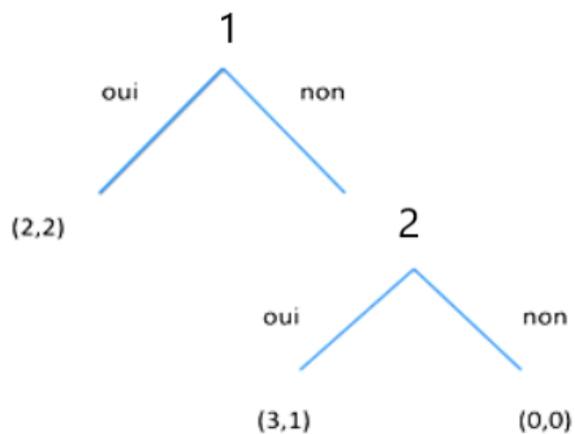
CAS 2 :

En milliers d’euros		Joueur 2	
		Oui	Non
Joueur 1	Oui	(2, 2)	(2, 2)
	Non	(3, 1)	(0, 0)

Question

2. Déterminez l’équilibre de ce jeu. Que pouvez-vous en conclure ?

EXERCICE N°3 : La méthode de l'induction à rebours



Questions

1. Déterminez l'équilibre de ce jeu.
2. Déterminez l'équilibre de ce même jeu si le joueur 2 joue en premier :

I. Introduction : nouvelle microéconomie et théorie des jeux

- La théorie des jeux fait partie de ce que l'on appelle la **nouvelle microéconomie**. Cette dernière remet en cause les **hypothèses de la concurrence parfaite**, notamment celle d'**information parfaite** tout en conservant l'hypothèse de **rationalité** des agents.
 - Elle crée une **rupture** en remettant en cause la **parfaite efficacité des mécanismes concurrentiels**.
 *Lecture du Cahiers Français – Les avancées de la nouvelle microéconomie.*
- ⇒ La théorie des jeux permet de montrer que les décisions **individuelles rationnelles prises sans concertation** alors qu'il existe des **interactions stratégiques** et une information **imparfaite**, entraînent généralement un **gaspillage de ressources**.
- Les pères fondateurs de la théorie des jeux sont **John Von Neumann** (**mathématicien hongrois**, un des « pères » de la **bombe atomique** aux Etats-Unis) et **Oskar Morgenstern** (**mathématicien allemand**) (Theory of Games and Economic Behavior, 1944), ainsi qu'**Emile Borel** (**mathématicien français**, La théorie du jeu et les équations intégrales à noyau symétrique gauche, 1921).
 - On peut noter que la théorie des jeux se développe en **pleine guerre froide...**
 - **Augustin Cournot** (1838) et **Joseph Bertrand** (1883) sont eux les précurseurs de cette théorie lors de leur étude de la concurrence **oligopolistique**.
 - **Heinrich von Stackelberg** (1934) l'a mise en pratique dans le cas d'une information **asymétrique**.

II. Présentation d'un jeu : le dilemme du prisonnier et l'équilibre de Nash

A. Le jeu du dilemme du prisonnier

- Un **jeu** comporte une liste d'individus (**joueurs**), un **ensemble de choix possibles** pour chaque joueur (**stratégies**) et des **issues** associées (**gains/pertes**). Le jeu est assorti d'une **règle** du jeu.
 - Chaque jeu s'inscrit dans un **univers informationnel donné**.
- Information **complète** : chaque joueur dispose de **toute l'information disponible** sur les caractéristiques du jeu (**connaissance commune**).
- Information **incomplète** : au moins un joueur **ne connaît pas** une des composantes du jeu.
- Information **parfaite** : les agents connaissent **toutes les décisions antérieures** des agents avant de prendre la leur (cas des **jeux séquentiels** uniquement).
- Information **imparfaite** : quand les décisions sont **simultanées** avec absence de concertation préalable (**dilemme du prisonnier**) ou lorsque certains agissent dans le **secret**.

- **Exercice n°1 + vidéo à regarder sur Arte disponible sur le site internet du cours.**

Le dilemme du prisonnier d'Albert Tucker (1950) :

1. Sur la base de vos connaissances personnelles, caractérisez l'information de ce jeu.

2. Déterminez la stratégie dominante de chaque joueur.

3. Déterminez si cette stratégie est rationnelle ; optimale.

⇒ La recherche de l'intérêt **individuel** ne permet pas toujours d'atteindre un optimum **collectif** (Adam Smith, « main invisible »). Seule une **coordination** permettant une **coopération** peut permettre d'éviter le gaspillage.

- Cela permet de **justifier l'intervention de l'État** dans l'économie (**optimalité de second rang**).

B. L'équilibre de Nash

1. Définition

- Ensemble de stratégies tel qu'aucun joueur ne peut obtenir un gain supplémentaire en changeant **unilatéralement** de stratégie (celle de chaque autre joueur étant donnée) : **absence de regret**.

2. Limites

- L'équilibre de Nash ne correspond **pas nécessairement** à l'optimum de Pareto.
Exemple : dilemme du prisonnier d'Albert Tucker (1950).

- **Exercice n°2. Déterminez l'équilibre de ce jeu. Que pouvez-vous en conclure ?**

- **Exercice n°2. Déterminez l'équilibre de ce jeu. Que pouvez-vous en conclure ?**

C. La méthode de l'induction à rebours

- La méthode de l'induction à rebours consiste à prédire **ce qui va se passer dans l'avenir et à raisonner en revenant vers le présent** (représentation du jeu sous la forme d'un arbre, soit sous forme **extensive**).
 - Il s'agit de **remonter le jeu de la fin vers le début**, en sautant de sous-jeu en sous-jeu après avoir déterminé le ou les équilibres de Nash de **chacun des sous-jeux**.

- **Exercice n°3.**

1. Déterminez l'équilibre de ce jeu.

2. Déterminez l'équilibre de ce même jeu si le joueur 2 joue en premier.

III. Typologie des jeux

A. Les jeux statiques et dynamiques

- **Statiques** : situations dans lesquelles les individus procèdent à des choix **simultanés** et **non coordonnés**.
 - Exemple :
- **Dynamiques/séquentiels** : situations dans lesquelles les individus jouent de manière **séquentielle**.
 - L'ordre des coups a un **rôle fondamental** dans la dynamique des jeux.
Exemple :

B. Les jeux répétés

1. Définition

- Répétition **successive** d'un même jeu.
- La **répétition** permet l'**observation** de l'action des autres agents : **apprentissage** vers une information **parfaite**.
 - Les agents peuvent alors mettre en place des **stratégies de coopération** permettant d'atteindre un **optimum de Pareto**.
 - Cela doit être assorti de **sanctions/menaces crédibles**, au risque sinon de revenir à l'**équilibre de Nash**. Cette possibilité dépend de l'**horizon temporel** du jeu.

2. Répétition en horizon infini

- La menace peut être **crédible** : la coopération est **possible** et l'optimum de **Pareto** est **atteignable**.
 - Dans le **dilemme du prisonnier**, chaque joueur s'engage à **coopérer (ne pas dénoncer)** après avoir observé qu'ils étaient perdants **tous les deux** s'ils ne coopèrent pas (**équilibre de Nash**).
 - Ils savent que **si un des deux dévie (dénonce)**, l'autre s'engage à le dénoncer au cours de **toutes les prochaines interactions**. Ce qui est très **couteux** !
- Ainsi, la **coopération** en économie ne repose pas que sur des **vellétés altruistes** mais peut naître d'un arrangement entre des agents **égoïstes et rationnels** en horizon **infini**.

3. Répétition en horizon fini

- La menace n'est **pas crédible** : la coopération est **impossible (optimum de Pareto non atteignable)**.
 - **En partant de la dernière période**, chaque joueur sait que l'autre a **intérêt à dévier** à la **dernière** période par rapport à la stratégie de coopération.
 - **Par induction à rebours**, les agents anticipent la **dénonciation** de l'autre et préfère le dénoncer **dès le premier tour**.
- La coopération demeure **possible**, si l'horizon est **fini mais incertain** (les agents ne connaissent pas le nombre de leurs interactions).

C. Les jeux de coopération et de non-coopération

- Jeux **coopératifs** : jeux dans lesquels on cherche la **meilleure situation** pour les joueurs sur des critères tels que **la justice, l'entraide, la sympathie**.
 - On considère qu'ensuite les joueurs **vont jouer ce qui aura été choisi**. Il s'agit d'une **approche normative**.
 - Analyse de la cohérence des **choix de groupe**.
 - Exemple :
- Jeux **non coopératifs** : les décisions sont prises **unilatéralement**.
 - Chacun essaye d'optimiser **sa situation**.
 - Analyse de la cohérence des **choix individuels**.
 - Exemple :

État des lieux de l'analyse économique

Les avancées de la nouvelle microéconomie

Longtemps cantonnée au modèle de concurrence parfaite, la théorie microéconomique s'est considérablement enrichie depuis les années 70 en prenant en compte les imperfections de l'information que subissent les agents économiques lors de leur prise de décision. La théorie des jeux est emblématique de l'intégration dans le raisonnement microéconomique des interactions stratégiques des comportements individuels. C'est ce renouvellement de la microéconomie, nous expliquent ici Pierre Cahuc et André Zylberberg, qui lui permet aujourd'hui d'être appliquée à des situations concrètes d'échange.

C. F.

L'analyse microéconomique propose une représentation théorique (une « modélisation ») du déroulement des échanges marchands. Comme toute modélisation, elle s'appuie sur un ensemble d'hypothèses censées tenir compte des caractéristiques considérées comme les plus représentatives de l'objet étudié. À ce titre, la microéconomie part du principe selon lequel les individus engagés dans des échanges marchands adoptent un comportement rationnel. Ce principe de rationalité signifie que les individus agissent en utilisant au mieux les ressources dont ils disposent, compte tenu des contraintes qu'ils subissent. En d'autres termes, l'individu rationnel de la microéconomie cherche à maximiser son bien-être dans la limite des possibilités qui lui sont offertes.

La microéconomie traditionnelle

La concurrence parfaite

La microéconomie traditionnelle étudie les échanges marchands dans un cadre dit de « concurrence parfaite ». Dans ce cadre, chaque bien ou service s'échange sur un marché spécifique sur lequel se rencontrent des acheteurs et des vendeurs. Un marché est en concurrence parfaite s'il vérifie six propriétés. Premièrement, l'**atomicité** des participants : le marché comprend un grand nombre de vendeurs et d'acheteurs pour lesquels le volume des transactions individuelles est négligeable par rapport au volume global des échanges. Deuxièmement, sur chaque marché les biens échangés sont rigoureusement identiques (ils sont dits **homogènes**) : les acheteurs sont indifférents à l'identité du vendeur. Troisièmement, la **libre entrée** : les acteurs des échanges ne peuvent pas adopter de comportement collusif empêchant un concurrent d'intervenir. Quatrièmement, la **transparence** : tous les participants à l'échange sont parfaitement informés du prix et de la qualité du produit. Cinquièmement, les biens échangés vérifient le **principe d'exclusion** : une même unité du bien ne peut pas être consommée par plusieurs individus à la fois (les biens publics, tels que les émissions de Radio France ou les services de la Gendarmerie nationale ne vérifient pas cette propriété). Sixièmement, il n'y a pas d'**effet externe** : toutes les conséquences induites par la production et la consommation des biens échangés sont valorisées par des prix (ce n'est pas le cas d'un bien qui pollue, comme l'automobile, dont la consommation entraîne des conséquences sur le bien-être de tiers qui ne sont pas dédommagés).

L'allocation optimale des ressources

L'analyse économique fait un grand usage de la notion d'« allocation efficace » (encore appelée « allocation optimale au sens de Pareto »). Cette expression désigne une situation dans laquelle il est impossible d'améliorer la satisfaction d'au moins un individu sans diminuer celle d'un autre. Un des principaux apports de la microéconomie traditionnelle est de parvenir à démontrer qu'une économie dans laquelle tous les marchés fonctionnent selon les hypothèses de la concurrence parfaite aboutit précisément à une allocation efficace des ressources. Ce résultat ne signifie nullement que le laisser-faire entraîne automatiquement une situation efficace et que, par conséquent, toute intervention des pouvoirs publics s'avère inutile, voire même nocive. En fait, il signifie même plutôt le contraire. En réalité, la microéconomie traditionnelle montre que les échanges marchands n'aboutissent à une allocation efficace des ressources **que** dans un environnement très particulier, à savoir celui de la concurrence parfaite sur tous les marchés (ce qui suppose les six conditions décrites plus haut). Penser

que l'absence d'intervention des pouvoirs publics permet justement d'instaurer la concurrence parfaite est une aberration qu'aucun économiste sérieux n'a jamais soutenue.

La nécessaire intervention de l'État

Tous les développements récents de l'analyse économique invitent à penser qu'un fonctionnement parfaitement concurrentiel des marchés ne peut être obtenu que grâce à l'intervention de l'État dans de nombreux domaines. Ainsi, les pouvoirs publics doivent lutter contre la concentration et les comportements collusifs des entreprises qui cherchent à obtenir un pouvoir de monopole. En France, cette tâche est assignée au Conseil de la Concurrence (1). Les pouvoirs publics doivent aussi maîtriser les conséquences des externalités. Dans cette perspective, la Taxe intérieure sur les produits pétroliers (TIPP) impose des prélèvements fiscaux qui augmentent considérablement le prix des carburants afin, entre autres choses, de limiter leur consommation et donc la pollution. Les pouvoirs publics doivent aussi prendre en charge la production de biens publics, comme les services de l'armée, de la police ou de la justice par exemple. En outre, même si le libre fonctionnement de tous les marchés conduisait, par miracle, à une allocation efficace, les pouvoirs publics pourraient néanmoins chercher à réduire les inégalités en redistribuant les ressources.

Ainsi, loin de constituer une théorie prônant un État minimal, la microéconomie traditionnelle se présente plutôt comme une théorie raisonnée des interventions de l'État. Elle s'attache à définir précisément les situations qui justifient une action des pouvoirs publics. Il ne faut jamais oublier que le principal fondateur de la microéconomie, à savoir le Français Léon Walras, fut un ardent militant socialiste et que, pour cette raison, il ne put jamais enseigner en France et fut obligé de s'exiler à Lausanne (2).

Ce qu'il est convenu d'appeler la « nouvelle » microéconomie prolonge la microéconomie traditionnelle en prenant pour base de son analyse le comportement d'individus rationnels plongés dans un environnement **imparfaitement** concurrentiel. La nouvelle microéconomie est née à la fin des années 70 de la conjonction d'un nombre croissant de travaux qui avaient pour objectif d'étudier les comportements individuels intégrant les interactions stratégiques et les imperfections informationnelles tout en conservant l'hypothèse de rationalité. Une telle évolution a suscité un profond renouvellement des outils analytiques basés sur la théorie des jeux et l'économie de l'information (3).

La théorie des jeux

L'entrepreneur qui lance un nouveau produit espère généralement prendre des parts de marché à ses concurrents. Il choisit la qualité, le prix, la quantité

produite, les distributeurs et, le cas échéant, une publicité adéquate afin d'obtenir les profits les plus élevés possibles. Ces choix affectent évidemment ses concurrents. Ces derniers n'ont aucune raison de rester passifs : ils peuvent créer de nouveaux produits, ajuster leurs prix, lancer de nouvelles campagnes publicitaires, etc. De telles interactions stratégiques sont absentes dans un environnement de concurrence parfaite, du fait des hypothèses d'atomicité des agents, d'homogénéité du produit et de libre entrée. Elles sont au contraire prises en compte par la théorie des jeux qui analyse la manière dont des individus rationnels agissent dans des situations conflictuelles, où le comportement d'un individu affecte directement la satisfaction d'autres individus. Dans une situation conflictuelle, il est possible de coopérer, en choisissant les décisions d'un commun accord, ou bien se comporter de manière individualiste. À ce titre, on distingue la théorie des jeux coopératifs et la théorie des jeux non coopératifs.

La première analyse les situations dans lesquelles les individus communiquent et s'engagent sur certaines décisions, sachant que chacun aura éventuellement intérêt à opter pour un choix différent au moment où ils devront effectivement appliquer les décisions prises en commun. La théorie des jeux non coopératifs, quant à elle, étudie les comportements d'individus opportunistes qui choisissent à chaque instant l'action qui leur procure la satisfaction maximale. La nouvelle microéconomie a surtout bénéficié des développements de la théorie des jeux non coopératifs, qui permet de comprendre pourquoi les décisions conflictuelles non coordonnées aboutissent généralement à des situations inefficaces. On peut illustrer la logique de cette approche en considérant deux jeux emblématiques.

Le dilemme du prisonnier

Deux suspects sont arrêtés et sont enfermés dans des cellules séparées. La police leur fait à chacun la proposition suivante : « Vous pouvez dénoncer votre complice. Si vous le dénoncez et qu'il ne vous dénonce pas, vous aurez une remise de peine de quatre ans. Si vous vous couvrez mutuellement, vous aurez une remise de peine de deux ans chacun. Si vous vous dénoncez mutuellement vous aurez une remise de peine de un an chacun. Si vous le couvrez et qu'il vous dénonce, vous n'aurez aucune remise de peine ».

Les remises de peine associées aux différentes combinaisons de choix possibles sont reportées dans le tableau 1. Ce tableau, encore appelé « matrice de gains », se lit de la manière suivante : dans chaque

(1) Voir dans ce numéro l'article de Claire Chambolle, page 54.

(2) Sur ce sujet, voir André Zylberberg, *L'économie mathématique en France : 1870-1914*, Paris, Economica, 1990.

(3) On trouvera une très bonne présentation formalisée des développements récents de la microéconomie dans le manuel de A. Mas-Colell, M.B. Whinston et J.R. Green, *Microeconomic Theory*, Oxford, Oxford University Press, 1995. L'ouvrage de Pierre Cahuc, *La nouvelle microéconomie*, Paris, La Découverte, 1998, offre une présentation introductive non formalisée.

1. Nombre d'années de remise de peine

		Suspect B	
		Couvrir	Dénoncer
Suspect A	Couvrir	(2, 2)	(0, 4)
	Dénoncer	(4, 0)	(1, 1)

case, le chiffre de gauche correspond à la remise de peine du suspect A et celui de droite à celle du suspect B. Ainsi, si le suspect A dénonce et le suspect B couvre, A obtient quatre années de remise de peine et B zéro année.

Peut-on prévoir les choix des suspects ? La lecture du tableau 1 montre qu'il serait préférable qu'ils choisissent tous les deux de se couvrir plutôt que de se dénoncer. Ils obtiendraient ainsi chacun deux ans de remise de peine au lieu d'un an. Or, la théorie des jeux non coopératifs prédit que les suspects vont effectuer un choix qui ne leur permettra pas d'atteindre la situation préférable pour eux deux. En effet, le suspect A se dit qu'il a intérêt à dénoncer si le suspect B dénonce, car il obtient ainsi une année de remise de peine au lieu de zéro. Le suspect A se dit aussi qu'il a intérêt à dénoncer si le suspect B le couvre, car il obtient ainsi quatre ans de remise de peine au lieu de deux. Ainsi, le suspect A sait qu'il a intérêt à dénoncer, quel que soit le choix de l'autre. Les deux suspects, qui font le même raisonnement, se dénoncent donc mutuellement.

Cet exemple, connu sous le nom de dilemme du prisonnier, illustre l'inefficacité des décisions rationnelles non coordonnées. Bien que rationnels et intelligents, les suspects aboutissent à un équilibre non coopératif où leurs gains sont faibles. Ils pourraient les améliorer en se promettant de se couvrir. Mais chacun sait que l'autre aura intérêt à ne pas respecter son engagement lorsqu'il devra effectivement prendre sa décision.

Le dilemme du prisonnier montre que l'équilibre non coopératif aboutit généralement à une situation inefficace, qui pourrait être améliorée grâce à la coopération. Mais la coopération est difficile à mettre en œuvre, car elle peut être dangereuse pour ceux qui respectent leurs engagements s'il existe des individus qui ne respectent pas les leurs. Ainsi, la théorie des jeux nous plonge d'emblée dans un univers totalement différent de celui que sous-tend l'abstraction de la concurrence parfaite. La microéconomie traditionnelle avait pour but de donner corps à l'intuition selon laquelle le fonctionnement de marchés concurrentiels pouvait être efficace. La théorie des jeux, quant à elle, souligne l'importance des problèmes induits par les décisions décentralisées non coordonnées.

La guerre des sexes

Un couple désire sortir ensemble, mais les conjoints ne sont pas d'accord sur le but de la sortie. Monsieur désire aller au cinéma et madame préfère aller au restaurant. Chacun a le choix entre être intransigeant

ou accommodant. L'absence d'accord par excès d'intransigeance est la pire des situations. Deux époux accommodants sont incapables de tomber d'accord, mais sont dans une situation préférable. Les gains de ce jeu sont donnés dans le tableau 2.

Les situations d'équilibre s'obtiennent, comme dans le cadre du dilemme du prisonnier, en définissant les meilleures réponses de chaque joueur. Ceci permet de définir les situations dans lesquelles chaque individu a choisi sa meilleure stratégie étant donnée la stratégie retenue par l'autre individu. Une telle combinaison de stratégies, dont aucun individu n'a intérêt à dévier, est appelée un équilibre de Nash. L'examen du tableau 2 montre que monsieur a intérêt à être intransigeant si madame est accommodante et accommodant si elle est intransigeante. Il est en de même pour madame. Par conséquent, il existe deux équilibres de Nash possibles (4) : madame est intransigeante et monsieur est accommodant, ou bien monsieur est intransigeant et madame est accommodante.

2. Gains associés au jeu de la « guerre des sexes »

		Monsieur	
		Intransigeant	Accommodant
Madame	Intransigeant	(-1, -1)	(3, 2)
	Accommodant	(2, 3)	(1, 1)

La guerre des sexes montre qu'il peut être impossible de prédire avec certitude l'issue du jeu dès lors qu'il existe plusieurs équilibres. À ce titre, la multiplicité d'équilibres de Nash, qui se rencontre fréquemment dans les jeux non coopératifs, constitue une limite à la portée prédictive de la théorie des jeux. De nombreuses tentatives d'élaboration de la notion d'équilibre, cherchant à imposer des restrictions sur les équilibres de Nash, ont tenté de réduire l'ensemble des situations susceptibles d'être un équilibre non coopératif. Mais ces tentatives ont été peu fructueuses. En outre, elles se sont heurtées à une autre source de multiplicité d'équilibre qui apparaît lorsque la dimension temporelle des relations marchandes est prise en considération.

Jeux répétés et coopération

Les deux jeux que nous venons de voir sont des jeux « statiques » dans le sens où ils se déroulent une seule fois. Mais dans la vie économique, de nombreuses relations sont durables (comme les relations de travail, les relations entre concurrents, entre clients et fournisseurs...). Les jeux répétés permettent de représenter les cas dans lesquels les individus sont confrontés à la même situation stratégique plusieurs fois de suite. Dans ce cadre, on peut se demander s'il est possible que des individus engagés dans une relation

(4) Plus exactement, il existe deux équilibres en stratégies pures. Il existe aussi un équilibre en stratégies mixtes. Sur ce point, voir Mas-Colell et al. (1995) ou Cahuc (1998), *op. cit.*

durable améliorent leurs gains. En d'autres termes, si un même jeu statique est répété, les individus adoptent-ils des stratégies qui reproduisent à chaque période celles du jeu statique, ou bien la répétition leur permet-elle de choisir d'autres stratégies plus efficaces ?

On peut répondre à ces questions en partant du dilemme du prisonnier et montrer que les individus peuvent adopter des stratégies différentes de celles du jeu statique si celui-ci se répète à l'infini (5). Dans ce cadre, imaginons que les suspects adoptent les stratégies suivantes : ils commencent par coopérer (dans le sens où ils se couvrent mutuellement) mais dès que l'un dénonce l'autre, ce dernier choisit alors la dénonciation pour toutes les périodes futures. Il est possible de démontrer que ces stratégies forment un équilibre non coopératif si les suspects sont suffisamment patients et si la situation a de fortes chances de se répéter fréquemment. En effet, dans ce cas, chacun a intérêt à respecter son engagement aujourd'hui, même s'il sait qu'il ne bénéficiera pas d'une remise de peine maximale, de façon à pouvoir bénéficier de la coopération de l'autre lorsque la situation se renouvellera. En revanche, si la situation décrite par le jeu constitutif se renouvelle peu fréquemment ou a peu de chance de se répéter, chacun peut être tenté de ne pas respecter son engagement, car les bénéfices retirés de la coopération future de l'autre joueur sont lointains et/ou improbables. Dans ce dernier cas de figure, chacun se défie de l'autre, et nous retrouvons le contexte du dilemme du prisonnier.

Ce résultat est intéressant, car il suggère que la coopération peut être soutenue par la répétition des interactions stratégiques. Ainsi, la théorie des jeux non coopératifs permet de comprendre pourquoi des individus purement rationnels et égoïstes sont néanmoins susceptibles d'adopter des comportements coopératifs. La théorie des jeux enseigne que ces comportements ont plus de chances d'émerger dans des relations durables et stables. Néanmoins, ce résultat intéressant ne doit pas obérer une des limites importantes des jeux répétés, qui concerne la multiplicité des équilibres. En effet, il apparaît que la répétition infinie des jeux est une source supplémentaire de multiplicité. Un théorème important (le « folk » théorème) montre que toutes les combinaisons de stratégies du jeu infiniment répété, qui donnent à chaque joueur au moins le flux de gains qu'il obtiendrait pour un équilibre de Nash du jeu constitutif, peuvent être des équilibres non coopératifs si les individus sont suffisamment patients et si le jeu est répété avec une fréquence suffisante. Par exemple, dans le dilemme du prisonnier, les suspects peuvent décider de mettre en œuvre la coopération, soutenue par les menaces que nous venons de décrire, à partir de n'importe quelle date ; toutes ces situations constituant, évidemment, des équilibres non coopératifs.

Ces quelques exemples indiquent que la théorie des jeux a permis de défricher des domaines largement ignorés par la microéconomie traditionnelle, qui s'est cantonnée à dégager les conditions dans lesquelles le fonctionnement des marchés est efficace. La théorie des jeux analyse, pour sa part, les dysfonctionnements

de marché liés aux interactions stratégiques. Elle permet de mieux comprendre les origines des gaspillages de ressources, et d'élaborer des moyens pour y remédier. Mais les interactions stratégiques ne constituent pas les seules sources de dysfonctionnement des marchés. Les imperfections de l'information sont aussi à l'origine de nombreux problèmes dont l'étude fait partie du programme de recherche développé par la nouvelle microéconomie.

L'économie de l'information

L'économie de l'information analyse les comportements rationnels dans des situations d'information dite « asymétrique » où certains individus disposent d'une information privée, inconnue des autres. Dans ce cadre, deux types de problèmes peuvent apparaître : l'anti-sélection et le risque moral.

L'anti-sélection

L'anti-sélection désigne une situation dans laquelle, sur un marché, tous les intervenants n'ont pas la possibilité d'observer toutes les caractéristiques des biens échangés. Dans cette situation, certains intervenants ont généralement plus d'informations que d'autres et il est possible que le fonctionnement du marché exclue l'échange des produits de bonne qualité, voire même empêche le déroulement de tous les échanges. Cette situation a été décrite pour la première fois par George Akerlof dans un article demeuré célèbre consacré au marché des voitures d'occasion (6).

L'apport de cet article se comprend à partir d'un exemple simple. Considérons un marché des voitures d'occasion où il n'y a que deux qualités possibles. Une voiture de bonne qualité vaut $Q = 20\,000$. Une voiture de mauvaise qualité vaut $Q = 10\,000$. Supposons que seuls les vendeurs connaissent la qualité Q de leur véhicule. Les acheteurs connaissent la proportion de voitures de bonne qualité, à savoir la moitié, mais sont incapables de connaître la qualité de la voiture qui leur est proposée. Les acheteurs sont identiques et retirent de leur achat un gain $(Q-P)$ égal à la différence entre la qualité Q et le prix P , tandis que les vendeurs en tire un gain $(P-Q)$. Si l'information était symétrique, les voitures seraient échangées à leur prix objectif : les voitures de bonne qualité seraient payées $20\,000$ et les voitures de mauvaise qualité $10\,000$. Lorsque les acheteurs sont incapables de distinguer les deux types de véhicule, il n'y a qu'un seul prix P . Les acheteurs refusent de payer une voiture $20\,000$, car ils savent que la moitié des

(5) L'hypothèse de répétition infinie signifie simplement que le nombre de répétitions du jeu de base est inconnu et peut être potentiellement infini. Ainsi, à chaque fois que le jeu est joué, la probabilité qu'il puisse être rejoué doit être différente de zéro.

(6) George Akerlof, « The Market for Lemons : Quality Uncertainty and the Market Mechanism », *Quarterly Journal of Economics*, vol. 84, 1970, pp. 488-500.

voitures est de mauvaise qualité. Plus précisément, le gain moyen retiré de l'achat au prix P est égal à $(0,5)(20\ 000) + (0,5)(10\ 000) - P = 15\ 000 - P$. Les acheteurs, jugeant qu'une voiture de qualité moyenne vaut 15 000, sont prêts à payer $P = 15\ 000$. Néanmoins, à ce prix, seuls les vendeurs de voitures de mauvaise qualité sont prêts à vendre. Conscients de cet état de fait, les acheteurs refusent de payer ces voitures plus de 10 000, et seules les voitures de mauvaise qualité sont échangées à ce dernier prix. Les véhicules de bonne qualité sont donc évincés du marché. C'est le phénomène d'anti-sélection qui élimine des échanges les produits de bonne qualité.

L'anti-sélection peut même empêcher, dans certains cas, la réalisation de tout échange. Supposons que, parmi les véhicules de mauvaise qualité, quelques voitures très dangereuses, valent en réalité $Q = -10\ 000$ pour l'acheteur non informé de son état, et $Q = 0$ pour le vendeur, informé de son état et qui ne peut l'utiliser. Le prix de 10 000 n'est plus un équilibre possible. Le prix d'équilibre doit être inférieur à 10 000. Mais pour un prix inférieur à 10 000, seules les voitures dangereuses peuvent être vendues. Comme personne ne veut les acheter, il n'y a pas d'échange possible sur ce marché. Le modèle d'Akerlof peut s'appliquer à de très nombreuses situations. Il montre que le laisser-faire peut avoir des conséquences désastreuses : élimination des bons produits, voire absence d'échanges. Dans ce cadre, une réglementation assurant la révélation de toute ou partie de l'information, ou encore instituant des procédures de recours efficaces contre les ventes de produits de mauvaise qualité, permet d'améliorer le fonctionnement des marchés.

Le risque moral

Le risque moral apparaît dans les situations où une personne (l'« agent ») dispose d'une information privée sur son action tandis qu'une autre personne chargée de la rémunérer (le « principal ») ne possède pas cette information. Par exemple, l'effort d'un salarié est souvent imparfaitement observable par son patron. Il en est de même de la prise de risque d'un conducteur automobile. Les relations de travail et l'assurance automobile constituent ainsi des domaines marqués par la présence de risque moral. Dans cet environnement, il convient de fournir à l'agent qui dispose d'une information privée un ensemble d'incitations l'amenant à prendre des décisions adaptées aux objectifs du principal. On résout donc le problème du risque moral en recherchant une **procédure incitative** adéquate.

Le plus souvent, les procédures incitatives se matérialisent à travers les clauses d'un contrat. Tel est le cas, par exemple, des rémunérations en fonction des performances, des promotions au mérite et même de certaines règles de promotion à l'ancienneté pour les contrats de travail. Les clauses de bonus-malus présentes dans de nombreux contrats d'assurance automobile ont aussi ce type d'objectif. Les réflexions menées dans le cadre de l'analyse du risque moral ont permis de mieux comprendre les déterminants des contrats et de montrer que les asymétries d'information aboutissent

généralement à des gaspillages de ressources qui peuvent être limités grâce à des institutions permettant une exécution efficace des contrats (7).

Conclusion

Aujourd'hui, les apports de la théorie des jeux et de l'économie de l'information sont très largement utilisés dans tous les champs de l'économie, tels que l'économie industrielle, la finance, l'assurance, l'économie du travail, l'économie politique, et même la macroéconomie. Ces domaines ont été profondément renouvelés par la nouvelle microéconomie qui a permis de mieux représenter les environnements institutionnels au sein desquels les agents économiques évoluent. Il est à présent possible de décrire précisément la manière dont se déroule chaque type d'échange, afin de cerner les sources éventuelles d'inefficacité et de chercher les moyens d'y remédier. Néanmoins, cette réussite a une contrepartie : en explorant systématiquement les domaines extérieurs au champ de la concurrence parfaite, la microéconomie a buté sur les limites de l'hypothèse de rationalité économique. L'existence de multiplicité d'équilibres indique en effet que cette hypothèse peut avoir une portée prédictive insuffisante. En outre, les apports de l'économie expérimentale, qui consiste à étudier en laboratoire les comportements individuels, poussent les économistes à élaborer de nouveaux modèles de décision, permettant de mieux rendre compte des résultats expérimentaux. Ce domaine de recherche, porté par les enseignements de l'économie et de la psychologie, est en pleine expansion et il est possible qu'il transforme profondément la représentation des comportements couramment admise jusqu'à présent (8). ■

Pierre Cahuc,
CREST, CEPR, IZA et Université de Paris 1 ;
André Zylberberg,
CNRS et Université de Paris 1

(7) Sur tous ces sujets, on consultera avec profit l'excellent livre de Bernard Salanié, *The Economics of Contracts : A Primer*, MIT Press, 2005. Pour ce qui concerne plus spécifiquement les contrats sur le marché du travail, voir Pierre Cahuc et André Zylberberg, *Labor Economics*, chapitre 6, MIT Press, 2004.

(8) Voir John H. Kagel et Alvin E. Roth (eds), *Handbook of Experimental Economics*, Princeton University Press, 1995, et les deux synthèses dans le numéro de mars 2005 du *Journal of Economic Literature* de Camerer C., Loewenstein G. et Prelec D., « *Neuroeconomics : How Neuroscience can Inform Economics* », et Samuelson L., « *Economic Theory and Experimental Economy* ». Voir aussi les pages web de Alvin Roth : <http://kuznets.fas.harvard.edu/~aroth/alroth.html> et celles du groupe de Ernst Fehr : <http://www.iew.unizh.ch/grp/fehr/> qui contiennent de nombreuses informations utiles sur ce thème.