



Quoiqu'initée dans les années 1920, la théorie des jeux est véritablement née en 1944, avec la publication de l'ouvrage fondateur de John von Neumann et Oskar Morgenstern, intitulé *Theory of Games and Economic Behavior*.



Pr. Paul Belleflamme¹.

GUERRE ET PAIX : STRATÉGIES ET GESTION

Théorie des jeux, guerre et paix

Les « jeux » auxquels cette théorie s'intéresse sont tous les problèmes de décision « multipersonnels », c'est-à-dire des situations dans lesquelles plusieurs preneurs de décisions (des « joueurs ») obtiennent au terme de leur interaction des résultats qui sont fonction de la combinaison des décisions prises par chacun d'eux. Les situations de ce type génèrent de l'interaction stratégique, car les décisions deviennent des choix de stratégie, qui doivent être pris en tenant compte des choix et des réactions possibles des autres joueurs. Initialement conçue comme une branche des mathématiques, la théorie des jeux a vite été adoptée et développée par les économistes pour analyser une large gamme de questions. L'importance de la théorie des jeux pour l'analyse économique a d'ailleurs été saluée à trois reprises par le prix Nobel d'économie.² De nombreuses situations économiques peuvent en effet être modélisées comme des « jeux ». En fait, les outils de la théorie des jeux permettent d'appréhender toute situation de concurrence.

Par exemple, on peut voir les firmes sur un marché en concurrence imparfaite comme des joueurs dont les résultats (les profits) dépendent de la combinaison des décisions prises par chacun (quant aux capacités de production, aux prix, etc.). Il en va de même de régions qui se livrent à une concurrence fiscale pour attirer des entreprises sur leur territoire ou de jeunes diplômés qui luttent pour se faire engager par un même ensemble d'employeurs.

Ces quelques exemples se rapprochent des « jeux à somme nulle » initialement étudiés par Von Neumann et Morgenstern, c'est-à-dire des situations de type « gagnant-perdant ». La théorie des jeux s'applique cependant tout aussi bien aux situations de type « gagnant-gagnant » où les joueurs préfèrent coopérer plutôt que s'affronter. Pour revenir aux exemples précédents, des firmes en concurrence imparfaite trouvent souvent profitable de former des structures communes de Recherche & Développement, les régions d'un même >>>

>>> pays s'entendent (généralement) pour maintenir des formes de solidarité au niveau national, les jeunes diplômés rejoignent des associations d'anciens pour promouvoir ensemble la qualité de leur diplôme. Quel est le lien entre tout cela et le sujet évoqué dans le titre de cet article ? Le lien se trouve dans ces deux forces fondamentales que sont la concurrence et la coopération. Comme les exemples ci-dessus le suggèrent, ces deux forces agissent au cœur des relations économiques et peuvent être utilement analysées par les outils de la théorie des jeux. Mais à y bien réfléchir, on se rend compte que ces deux forces se retrouvent à tout niveau d'interaction, que ce soit entre individus, entre organisations de toute taille ou... entre nations. L'analyse économique, soutenue par la théorie des jeux, doit donc permettre de jeter un éclairage utile sur les questions de guerre et de paix.

Ce constat a amené Robert Aumann à articuler le discours qu'il a pro-



Robert Aumann,
Prix Nobel d'Economie en 2005.

noncé lors de la remise de son Prix Nobel en 2005 autour d'une « analyse économique de la guerre ». Son propos n'était pas d'expliquer « comment financer une guerre, ou comment reconstruire après une guerre », mais d'analyser « les incitations qui mènent à la guerre et la manière de susciter des incitations qui préviennent la guerre. »³

Un des intérêts de l'analyse économique, nous dit Aumann, est de nous montrer que les choses ne sont pas nécessairement telles qu'elles apparaissent. Il cite l'exemple de la taxation. On peut penser naïvement que pour augmenter les recettes fiscales, il suffit de monter les taux de taxation. Mais en fait, on peut trouver plus profitable de baisser les taux de taxation parce que cela permettra d'inciter les gens à travailler davantage, de limiter l'évasion fiscale, de ranimer l'économie et ainsi de suite. Il en va de même, enchaîne Aumann, des efforts pour prévenir le déclenchement d'une guerre. Une réponse immédiate serait de réduire l'armement. Mais il peut être préférable de faire exactement l'inverse. « Durant les longues années de la Guerre Froide entre les U.S.A. et l'Union Soviétique, ce qui a empêché une guerre 'chaude' ce sont les bombardiers porteurs d'ogives nucléaires qui étaient en l'air 24 heures sur 24 et 365 jours sur 365. Le désarmement aurait mené à la guerre. »

Pour formaliser l'argument, on peut faire appel au célèbre Dilemme du prisonnier (DP). L'histoire est la suivante. Deux malfaiteurs (appelons-les Jack et Joe) sont arrêtés par la police qui a suffisamment d'éléments pour les faire condamner à 2 ans de prison en raison de leur passé criminel chargé. Cependant, la police les suspecte d'avoir commis un crime plus important (un vol de bijoux) qui leur vaudrait une peine plus lourde. Manquant de preuves, la police les interroge séparément et propose à chacun l'arrangement suivant : « On peut t'envoyer au trou



Fonds Prince Albert

Candidatures 2012

Une bourse du Fonds Prince Albert est une expérience unique pour de jeunes professionnels belges talentueux.

Donnez un élan à votre carrière et découvrez un nouvel environnement professionnel à l'étranger. **Vous aurez l'occasion de réaliser un projet pour une entreprise belge en dehors de l'Europe occidentale.**

Vous choisirez le projet ainsi que la destination.

Afin de mener à bien ce projet, **le fonds vous accordera une bourse de 22.000 € net.**

Inscriptions en ligne à partir du 3 Octobre 2011.

Pour plus d'informations, rejoignez-nous le **18 Octobre 2011** à 19 heures dans les bureaux de la FEB (Rue Ravenstein 4 à 1000 Bruxelles). Les Alumni partageront leurs expériences, une belle opportunité de networking!

www.princealbertfund.be



La Fondation Roi Baudouin est une fondation indépendante et pluraliste au service de la société. La Fondation a vu le jour en 1976, à l'occasion des 25 ans de règne du roi Baudouin.
www.kbs-frb.be

DOSSIER

pour 2 ans. C'est ce que tu auras si ton complice et toi, vous niez tous les deux avoir commis le vol de bijoux. Si vous avouez le vol tous les deux, vous serez condamnés pour 4 ans. On peut aussi être plus gentil ou plus dur avec toi. Plus gentil si tu reconnais le vol de bijoux et témoigne contre ton complice (alors que celui-ci nie) : dans ce cas, on te libèrera sur le champ. Plus dur si tu nies et que ton complice témoigne contre toi : dans ce cas, tu en prendras pour 5 ans (le tarif de 4 ans, plus un an pour avoir fait obstruction à la justice). »

Les deux malfaiteurs se retrouvent donc dans une situation de jeu où ils doivent choisir, simultanément, entre « avouer » et « nier » le vol de bijoux. Il y a interaction stratégique puisque la peine qui sera infligée à chacun dépend de la combinaison de leurs choix. On peut résumer utilement toutes les données du jeu par une matrice où les choix de Jack sont représentés en ligne, ceux de Joe en colonne et où les résultats sont indiqués dans les cellules (le premier nombre de chaque cellule correspondant au résultat de Jack et le second, à celui de Joe). Ainsi, la cellule en bas à gauche du Tableau 1 ci-après se lit de la façon suivante : si

Jack choisit de nier alors que Joe choisit d'avouer, Jack prend 5 ans de prison (d'où un résultat de -5) et Joe est libéré (d'où un résultat de 0).

		JOE	
		Avouer	Nier
JACK	Avouer	-4 ; -4	0 ; -5
	Nier	-5 ; 0	-2 ; -2

Tableau 1.
Représentation du Dilemme du prisonnier

Le concept de base pour donner une prédiction rigoureuse des choix posés par les joueurs est celui d'équilibre de Nash.⁴ Pour faire simple, l'équilibre de Nash correspond à une situation où chaque joueur fait du mieux qu'il peut étant donné ce que font les autres. Plus rigoureusement, c'est une situation dont aucun joueur n'a d'intérêt à dévier de façon unilatérale. Les stratégies choisies sont alors mutuellement optimales. Dans le DP, le seul équilibre de Nash est (Avouer, Avouer). On s'aperçoit en effet que tant Jack que Joe ont intérêt à avouer s'ils pensent que l'autre va avouer (ils préfèrent en effet 4 ans à 5 ans de prison). Qui plus est, avouer est également la meil-

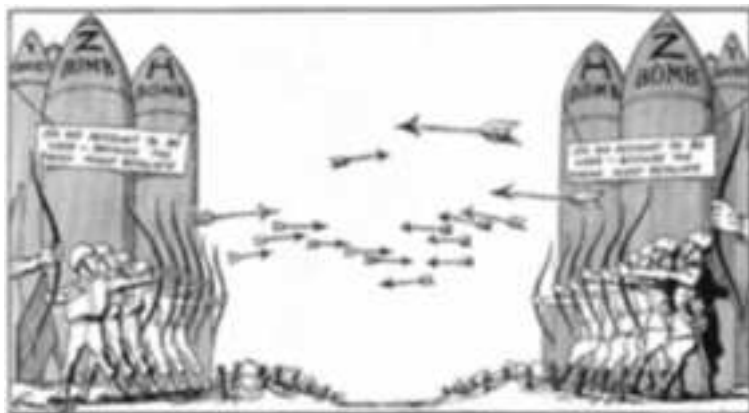
leure stratégie pour chacun quand ils pensent que l'autre va nier (la liberté est préférable à 2 ans de prison). On dit, dans ce cas, qu'avouer est une stratégie dominante, ce qui prouve qu'il n'y a pas d'autre équilibre de Nash dans le jeu.

Nous pouvons à présent transposer le DP à la Guerre Froide en renommant Jack « USA », Joe « URSS », avouer « attaquer » et nier « ne pas attaquer ». Il est légitime de penser que les deux pays classent les quatre issues possibles du jeu de la manière suivante : le mieux est d'attaquer sans être attaqué, vient ensuite la situation où personne n'attaque, puis la situation où les deux attaquent, le pire étant d'être attaqué sans avoir attaqué soi-même. Nous pouvons donc garder tels quels les nombres dans les cellules de la matrice (ce ne sont pas tant les valeurs qui importent que les comparaisons entre elles). Ceci nous pousse à conclure que la seule prédiction valable de l'issue du jeu est que les deux pays vont attaquer.

Cette prédiction désastreuse ne correspond toutefois pas à la réalité de la Guerre Froide, ce qui nous amène à nous demander en quoi il convient de modifier notre modèle. Ce qui manque ici, c'est la prise en compte du fait que le jeu décrit ci-dessus s'est répété dans le temps et qu'à tout instant, chaque bloc pouvait craindre qu'une attaque au moment t allait entraîner une contre-attaque au moment $t+1$. Cette crainte était d'autant plus vive que chaque bloc continuait constamment à accroître son potentiel de destruction. Dans un tel scénario, les deux blocs cherchent à maximiser non pas leur résultat du moment mais bien la somme des résultats sur toutes les périodes à venir. Il en résulte que si les deux blocs accordent suffisamment de poids aux résultats futurs, la menace d'une contre-attaque destructrice – et des pertes qui y sont liées – les amènera à préférer ne jamais attaquer. Le modèle nous dit donc que c'est la crainte de ce qu'on a appelé la « destruction mutuelle » >>>

John von Neumann et Oskar Morgenstern.





« A n'utiliser sous aucun prétexte – parce que l'ennemi pourrait réagir ». Source : Cummings, M., Daily Express, 24/08/1953,

assurée » qui discipline les deux pays et fait en sorte que les hostilités ne sont jamais déclenchées. Rappelons toutefois que ce scénario de Guerre Froide repose sur une condition : la préférence pour le présent des deux blocs ne doit pas être trop forte. Comme Aumann le dit fort bien, « Si vous voulez la paix maintenant, vous risquez de ne jamais l'obtenir. Mais si vous avez le temps – si vous pouvez attendre – cela change tout ; alors, vous pouvez obtenir la paix maintenant. » L'adage latin, *Si vis pacem, para bellum*, ne disait rien d'autre.⁵

Voilà un des enseignements paradoxaux de la théorie des jeux. Un autre paradoxe est celui de l'engagement, tel que mis en évidence par Thomas Schelling (co-récipiendaire du Prix Nobel d'économie en 2005) : c'est souvent en limitant ses propres options que l'on prévaut dans des situations de conflit. Limiter ses options permet en effet de transformer en engagement (c'est-à-dire de crédibiliser) des menaces ou des promesses que l'on ferait pour tenter d'amener la partie adverse à agir dans le sens qui nous intéresse. La clé est de se mettre dans une position telle que, le moment venu, la meilleure conduite à adopter sera

effectivement de mettre à exécution la menace (ou de tenir la promesse) que l'on avait faite. L'histoire militaire est riche d'illustrations de ce principe. Ainsi, quand Hernando Cortés toucha les côtes du Mexique en 1519, un des premiers ordres qu'il donna à ses hommes fut de mettre le feu à toutes les caravelles. Cortés était tout entier dévoué à sa mission et voulait éliminer toute possibilité pour lui et ses hommes de retourner en Espagne. Le message donné aux populations locales ne pouvait être plus clair : les Espagnols étaient prêts à tout pour s'installer durablement et faire régner leur loi.



John Nash.

Nous venons de voir deux cas d'application de la théorie des jeux à l'analyse de la guerre et de la paix. Il est clair que les

modèles évoqués ici sont extrêmement simples et rendent difficilement compte de toutes les complexités liées aux relations conflictuelles entre nations. Même si la théorie des jeux propose des analyses beaucoup plus fines (dont nous ne pouvons pas rendre compte dans ces quelques pages), les cyniques pourraient être tentés de conclure par un bon mot que l'apport de la théorie des jeux à l'étude des problèmes de guerre et paix n'est... guère épaïs.

La critique manque toutefois de fondement, car la théorie des jeux tient précisément la simplicité de ses modèles comme une vertu pédagogique cardinale. Le but poursuivi n'est en effet pas de prédire les événements dans le détail (seuls les charlatans prétendent pouvoir le faire), mais bien d'éclairer les choix stratégiques en mettant en lumière des résultats potentiels auxquels on ne pense pas nécessairement, tels les deux paradoxes que nous avons décrits plus haut. Un modèle trop complexe, que seuls comprendraient les spécialistes, passerait totalement à côté de cet objectif. Face à l'immense complexité des problèmes de guerre et paix, c'est donc en comprenant bien les limites de l'approche par la théorie des jeux qu'on en mesure correctement l'apport. On n'est pas à un paradoxe près ! ●

PAR PAUL BELLEFLAMME

1. Paul Belleflamme est professeur d'économie à la Louvain School of Management, site de Louvain-la-Neuve. Il mène sa recherche au sein du CORE (Center for Operations Research and Econometrics) dans le domaine de l'organisation industrielle (qui étudie les stratégies des firmes sur des marchés oligopolistiques). Il publie régulièrement ses travaux dans les meilleures revues internationales d'économie. Il s'est signalé récemment en publiant, avec Martin Peitz, un manuel d'organisation industrielle (*Industrial Organization : Markets and Strategies*) qui commence à s'imposer comme la référence dans le domaine.

2 En 1994, John Nash, John Harsanyi et Reinhard Selten obtiennent le prix pour leurs contributions à l'analyse fondamentale de l'équilibre dans la théorie des jeux non coopératifs ; en 2005, ce sont Robert Aumann et Thomas Schelling qui sont primés pour leurs travaux sur la modélisation des conflits ; enfin, en 2007, Leonid Hurwicz, Eric Maskin et Roger Myerson sont mis à l'honneur pour avoir développé la théorie des mécanismes d'incitation.

3 Voir *War and Peace*, Nobel Prize Lecture by Robert Aumann (8 décembre 2005). Une version est disponible via www.pnas.org/content/103/46/17075.full.

4 John Nash (co-récipiendaire du Prix Nobel d'économie en 1994) est le plus connu des théoriciens des jeux depuis la parution de sa biographie (portée ensuite à l'écran), *A Beautiful Mind*, qui décrit son génie mathématique et relate son combat contre la schizophrénie.

5 Si tu veux la paix, prépare la guerre.