

Éléments sur la Théorie des Jeux

Michel Bruley, Directeur Marketing de Teradata France



You've never seen your business like this before.

Sommaire

La Théorie des Jeux fait aujourd’hui l’objet d’un grand intérêt tant d’un point vue théorique que du fait de son application dans des champs très divers. Ce livre blanc a pour objet d’en permettre une première découverte.

- **Introduction à la théorie des jeux**
- **Théorie des jeux et décision dans l’entreprise**
- **Autres généralités sur la théorie des jeux**
- **Stratégie de coopération du donnant / donnant**
- **Comment être efficace au dilemme du prisonnier ?**
- **Comment promouvoir la coopération ?**
- **Structure sociale de la coopération**
- **Bibliographie**

Introduction à la théorie des jeux

La Théorie des jeux a pour objet l'analyse des comportements rationnels de décideurs (appelés joueurs) en situation d'interaction. Autrement dit, il s'agit de reconnaître que les résultats obtenus par un décideur en conséquence de ses actions dépendent également des actions des autres décideurs. Considérons par exemple la problématique générale du marketing-mix, qui inclut notamment le positionnement prix. Ce positionnement prix effectué par une entreprise a des impacts qui dépendent d'une part des paramètres généraux caractérisant le marché (type élasticité des prix à la demande), et de l'autre du positionnement prix des entreprises concurrentes de l'entreprise considérée. Il conviendra par conséquent pour cette dernière d'anticiper dans la mesure du possible les actions de ses concurrentes.

Une décision est rationnelle si elle concourt à atteindre les objectifs que s'est fixés le décideur, compte tenu de l'information dont celui-ci dispose sur l'état du monde. Cela signifie donc qu'une même décision peut être rationnelle relativement à un objectif et irrationnelle relativement à un autre. Considérons par exemple une entreprise qui investit sur un marché étranger réputé étroit et très concurrentiel. Si l'objet de l'entreprise est de maximiser son profit à court terme, la décision est évidemment irrationnelle. En revanche, s'il s'agit pour l'entreprise de préparer son développement futur dans le pays en question, la décision d'investissement peut (ce n'est pas obligatoire) être rationnelle. De même étant donné un objectif, une décision peut être rationnelle par rapport à cet objectif pour un schéma particulier d'information du décideur, et être irrationnelle pour un autre schéma. Revenons par exemple sur l'investissement de l'entreprise à l'étranger, en supposant qu'elle a pour objectif son développement à long terme. Si dans un premier schéma d'information l'entreprise sait qu'un pareil développement est impossible (par exemple pour des raisons légales ou réglementaires qui ne sont pas près de changer), tout investissement visant l'objectif ci-dessus est irrationnel. Si en revanche, les informations dont elle dispose permettent à l'entreprise d'estimer qu'il existe une chance raisonnable pour que les choses changent, sa décision d'investissement peut devenir rationnelle. Autrement dit, la notion de rationalité, renvoie toutes choses égales par ailleurs à des problèmes de perception (culture etc) et d'observation.

La quantité et la qualité de l'information peuvent avoir un impact majeur sur la pertinence de la décision : une information insuffisante peut amener le décideur à substituer à une décision ciblée de façon optimale, une décision « moyenne » permettant de tenir compte des risques associés aux incertitudes. A l'inverse une information trop abondante peut avoir pour effet de « noyer » le décideur » dans les détails, brouillant la mécanique de la décision. La qualité de l'information joue un rôle tout aussi important dans le processus de décision. A cet égard il est fondamental de bien préciser que la qualité de l'information est définie par sa proximité avec la problématique du décideur. Par exemple des informations d'une granularité pertinente à un usage opérationnel peuvent être inutiles voire contre-productives pour le décideur positionné au niveau stratégique. Exemple : pour décider de se lancer ou non à l'assaut d'un marché étranger est-il nécessaire pour le dirigeant d'entreprise de connaître le nombre de feuilles d'imprimantes que sa secrétaire a consommées durant les six derniers mois ? La question qui se pose alors est celle de l'articulation entre, d'une part les différents niveaux de la décision, et de l'autre, les niveaux d'information qui doivent être associés aux premiers.

Parmi les informations dont le décideur doit disposer figurent notamment :

- l'identité des autres décideurs
- les moyens (ou décisions possibles) du décideur considéré et des autres décideurs
- les conséquences pour chaque décideur de chaque combinaison de décisions de l'ensemble des joueurs
- les relations entre les décideurs (les décisions se prennent dans l'ignorance de celles des autres, ou au contraire, en connaissant celles-ci, les joueurs coopèrent ou non etc.)
- le rôle du temps (décision unique, décisions séquentielles etc.)

Les décisions se prennent sur la base des conséquences anticipées desdites décisions. Le caractère général de l'outil constitué par la Théorie des Jeux provient du fait que sauf exception, l'évaluation précise de ces conséquences est inutile. Seul compte le fait de savoir si telle décision est meilleure que telle autre. Supposons ainsi que deux entreprises potentiellement concurrentes se posent la question de savoir si elles doivent entrer sur un marché relativement étroit. Pour chaque entreprise, la décision est du type go-no go. Ce qui signifie qu'il y a quatre cas possibles : aucune entreprise n'entre sur le marché, l'entreprise A mais pas l'entreprise B, l'entreprise B entre, mais pas l'entreprise A, les deux entreprises entrent. Pour prendre sa décision, une entreprise n'a pas besoin de déterminer au centime près les pertes ou les gains associés à cette décision, mais plus simplement de classer les quatre situations possibles. Là est tout l'intérêt de l'outil constitué par la Théorie des Jeux.

La Théorie des Jeux permet également de décrire l'évolution de populations dont les individus sont dénués de degré de liberté quant à leurs décisions, par exemple parce que leur comportement est prédéterminé, génétiquement, par appartenance à une espèce, une culture etc. La multiplication des interactions entre individus aboutit à sélectionner des comportements rationnels pour la population. Cette approche, appelée Jeux Evolutionnaires et basée sur un sélectionnisme néo-darwinien (les comportements les plus efficaces se reproduisent et éliminent les comportements moins efficaces), permet d'utiliser l'approche traditionnelle de la Théorie des Jeux (connue sous le vocable d'individualisme méthodologique) qui consiste à partir du décideur individuel, pour décrire des phénomènes collectifs et évolutifs. Ainsi, la naissance et l'évolution des cultures au sein de l'entreprise.

Parmi les grandes questions que la Théorie des jeux (évolutionnaires ou non) permet d'aborder, se trouve la problématique de la coopération. Si le vieil adage selon lequel l'union fait la force paraît indiquer que la coopération s'impose comme une évidence, la réalité est toute autre. Dans la vie de tous les jours, y compris dans la vie de l'entreprise, la coopération a du mal à s'imposer, les individus privilégiant la plupart du temps des comportements égoïstes, même si une attitude plus coopérative serait bénéfique pour tous. L'apport de la Théorie des jeux est ici considérable. En premier lieu, celle-ci montre que contrairement à ce que pourraient laisser penser les propos ci-dessus, l'attitude égoïste des individus est très souvent parfaitement rationnelle, et que la disjonction entre cette rationalité et les résultats décevants auxquels cette rationalité conduit, proviennent non d'une faute de calcul des décideurs, mais de la nature de l'interaction qui conduit à ce qu'il faut bien appeler une impasse : si tous les deux nous coopérons, nous nous en sortirons mieux que si nous ne coopérons pas. Mais si l'autre coopère, je m'en tire encore mieux en ne coopérant pas qu'en coopérant ! En second lieu, la Théorie des Jeux a permis de montrer comment sortir de ce cercle vicieux, à partir d'une analyse de cette problématique décisionnelle extrêmement répandue basée sur la métaphore du Dilemme du Prisonnier, la plus connue de la Théorie des Jeux. Les exemples concrets concernant

la vie de l'entreprise sont innombrables : guerre des prix, saturation des marchés, rémunération des sous-traitants, des employés, partage de l'information. Ce dernier cas illustre en particulier la relation entre le coût d'extraction de l'information et le volonté de deux individus travaillant à l'intérieur d'une même entreprise de partager cette information. Elle met notamment en lumière les possibilités d'intervention du management pour favoriser un tel partage à travers, soit des incitations directes, soit une amélioration de l'accessibilité des systèmes d'information.

Théorie des jeux et décision dans l'entreprise

« Modélisation mathématique du comportement de décideurs rationnels dans une situation d'interaction ». Cette définition de la Théorie des Jeux ne donne pas toute la mesure de cette discipline, dont les champs d'application sont très variés. En voici quelques exemples :

- Défense : modélisation de la dissuasion nucléaire,
- Sociologie et génétique : des chercheurs ont utilisé la stratégie des jeux pour mieux comprendre l'évolution du comportement des espèces face à la modification de leur environnement,
- Organisation : développement de système multi-agents,
- Marketing et stratégie d'entreprise : La Théorie des Jeux a précisément obtenu le prix Nobel d'Economie pour sa contribution à la stratégie d'entreprise,
- Etc.

Bien entendu, l'existence de ces différents champs d'application ne fait pas de la Théorie des Jeux une panacée universelle, susceptible de répondre à toutes les situations. La Théorie des Jeux ne mérite toutefois pas les critiques qu'on lui assène volontiers au motif que l'homme ne serait pas rationnel. Car la notion de rationalité ne se juge pas en regard de l'objectif visé – qui peut être extravagant – mais en fonction du comportement adopté pour atteindre cet objectif. Un exemple permet de mieux comprendre la nuance : deux fous s'invectivent dans la cour de leur asile. L'un est déguisé en bonne sœur, l'autre en Napoléon. « Je suis Napoléon ! », assure l'un. « Non, c'est moi », répond l'autre. Ils sont, certes, tous les deux fous. Mais l'un, au moins, peut être considéré comme rationnel par rapport à l'objectif fixé : celui qui s'habille effectivement comme Napoléon, et non pas en bonne sœur...

La rationalité de base de la théorie des jeux est une règle de maximisation de la satisfaction individuelle. Quel que soit le nombre de joueurs en présence, il est possible d'expliquer leurs décisions, leurs choix, les enjeux d'une négociation ou d'un marchandage, etc. Il n'est pas nécessaire de connaître avec précision les conséquences de chaque décision. Il suffit de savoir ordonner les différentes combinaisons de décisions possibles. Il faut, pour cela, déterminer :

- qui sont les joueurs,
- quels sont leurs moyens d'actions (ce qu'on appelle, dans le jargon de la théorie des jeux, leur stratégie),
- quelles sont les conséquences de leurs actions,
- quelles sont les informations dont ils disposent,
- quels sont les types de relation qu'ils ont avec les autres joueurs.

Si deux joueurs se font face, et qu'ils ont chacun une possibilité de décision binaire (oui ou non ? go ou no go ?), il existe quatre scénarios possibles. Prenons le fameux exemple du Dilemme du Prisonnier, un grand « classique » de la Théorie des Jeux. Deux prisonniers complices sont interrogés séparément. Chacun peut trahir son partenaire (T) ou rester silencieux (S). Si les deux trahissent, ils vont en prison pour trois ans. Si l'un trahit et l'autre pas, le traître est libre et sa victime va en prison pour cinq ans. Si personne ne trahit, ils vont tous les deux en prison pour un an. Il est important de garder en tête que ces deux prisonniers – bien que complices – ne se connaissent pas et sont interrogés séparément : ils n'ont donc aucune idée de l'attitude de leur complice (va-t-il coopérer ou privilégier son intérêt personnel ?)

Une matrice permet de faire apparaître les différents scénarios :

	S	T
S	-1 , -1	-5 , 0
T	0 , -5	-3 , -3

t = tentation de la trahison = 0 année de prison

r = récompense de la coopération entre prévenus = 1 année de prison

p = punition de l'égoïsme = 3 années de prison

s = salaire de la dupe = 5 années de prison

L'analyse de la matrice permet de voir aisément que quel que soit le choix de l'autre, un joueur a toujours intérêt à avouer. Pourtant, si les deux prisonniers n'avaient pas avoué, ils écoperaient chacun d'une seule année de prison au lieu de trois. C'est là le paradoxe qui a rendu célèbre le Dilemme du Prisonnier

Ce dilemme fait apparaître la contradiction – extrêmement répandue – entre intérêt individuel et intérêt collectif. Pour sortir de cette impasse, on peut considérer que dans de nombreux cas cette confrontation n'est pas un « one shot », mais est appelée à se renouveler régulièrement. Chaque joueur peut ainsi acquérir, au fil du temps, des informations sur le comportement de l'autre joueur. Le théoricien américain Robert Axelrod est arrivé, après expérimentation, à la conclusion que la stratégie du donnant-donnant, pour laquelle le joueur commence par adopter une attitude coopérative, puis joue ce qu'a joué l'autre joueur à la partie précédente, est la plus payante à long terme.

Considérons, par exemple le problème du partage de l'information dans l'entreprise. Au Japon, les cadres ne sont pas seulement évalués en fonction de leur activité quotidienne, mais sur la façon dont ils gèrent et dont ils diffusent l'information. Une culture bien différente de celle des cadres français, qui partagent peu l'information tant ils considèrent qu'elle représente le pouvoir... Si l'on se réfère au Dilemme du Prisonnier, la rétention d'information n'est une stratégie payante que sur le court terme (le « one shot »). A plus long terme, en revanche, le partage d'information est toujours payant pour l'organisation, mais aussi pour le cadre, à condition, toutefois, que le bénéfice qu'il en retire soit suffisant. Autrement dit, le partage de l'information peut être encouragé par la mise en place d'un système d'incitations, ou par un abaissement des coûts de l'accès à l'information.

Comme cela a été dit plus haut, la Théorie des Jeux permet également de mieux comprendre l'évolution des comportements au sein d'une population. A l'instar des généticiens, arrivés à la conclusion que les espèces ne se reproduisent que si elles ont un comportement adapté à leur environnement, les théoriciens de l'organisation considèrent qu'un mécanisme similaire – néo-darwinien, en somme ! – se met en place dans les organisations. Dans une entreprise, les comportements et les stratégies dominants deviennent si prégnants qu'ils éliminent tous les autres comportements et finissent par forger une véritable culture.

Des décideurs commencent à faire appel à des spécialistes de la théorie des jeux pour les aider à prendre des décisions. C'est logique, puisque cette discipline met un cadre d'analyse rigoureux et précis face aux situations floues et complexes qui caractérisent le monde d'aujourd'hui. Mais il ne s'agit que d'un cadre d'analyse : les décideurs restent maîtres de leurs choix et de leurs décisions.

Autres généralités sur la théorie des jeux

La théorie des jeux modélise le comportement d'un agent face à des situations de choix, elle se propose d'étudier toute situation dans laquelle des agents rationnels interagissent. On pourrait aussi l'appeler théorie de la décision interactive, il s'agit de modéliser des situations dans lesquelles plusieurs agents font des choix, ceux des uns affectant les gains des autres.

La théorie des jeux s'intéresse aux comportements des individus. La rationalité de base de la théorie des jeux est une règle de maximisation du profit individuel.

La théorie des jeux permet d'expliquer des processus de vote, de pouvoir, de diplomatie, de marchandage, de négociation, de formation et de coalition.

Un jeu se caractérise par des règles du jeu qui définissent le nombre et le rôle des acteurs ainsi que les variables qu'un joueur peut contrôler, par exemple les possibilités de choix, l'information et la communication entre joueurs :

- joueurs (au moins deux),
- actions, stratégies possibles des joueurs et informations disponibles pour choisir,
- déroulements et étapes du jeu,
- rétributions (gains, pertes) et résultats.

On distingue différents types de jeux coopératifs / non coopératifs (gâteau au chocolat) – compétitifs / non compétitifs – répétitifs / non répétitifs (jeux évolutionnistes) :

- Jeux à intérêt communs (le rendez vous à New York),
- Jeux à somme nulle où les intérêts y sont parfaitement antagonistes,
- Jeu type bataille des sexes qui fait intervenir une part de collaboration et de conflit,
- Jeu type fureur de vivre (avec faucon et colombe),

- Jeu type dilemme du prisonnier qui fait ressortir une tension entre intérêt individuel et collectif (achat par internet, course aux armements, collusion & commission européenne).

Avec quelques principes simples ont peu définir des archétypes de joueurs : l'agressif qui attaque systématiquement, le rusé qui se rend imprévisible, le machiavélique qui prévoit les attentes des autres et les manipule, le chaotique tellement imprévisible qu'il ne sait pas lui-même ce qu'il va faire le coup d'après, l'esclave qui cherche à perdre au profit d'un plus fort que lui, ..., le coopérant (donnant donnant ou gagnant gagnant) qui gagne quand il y a de bonnes conditions pour une coopération (jeu long terme, bonne communication, réciprocité des gains).

Cependant il est difficile de considérer la théorie des jeux comme un science positive fournissant des prédictions précises. Plus une situation de jeu devient complexe moins les enseignements de la théorie des jeux mathématiques deviennent instrumentaux pour expliquer ou conseiller un choix. Dans certains cas de modélisation peuvent apparaître des solutions d'équilibres multiples sans que l'on puisse choisir entre ceux-ci. L'analyse de l'interaction des comportements rationnels individuels devient rapidement inextricable dès que l'on sort du cadre ultra simplifié des présentations habituelles en théorie des jeux.

Stratégie de coopération du donnant / donnant

Définition : Dans le cadre de la théorie des jeux, il s'agit d'une stratégie où un joueur commence par coopérer puis répète systématiquement ce qu'a fait l'autre joueur au coup précédent (coopération s'il y a eu coopération, défection, s'il y a eu défection).

Dans le cas où le jeu consiste en une série (itération séquentielle) de dilemmes du prisonnier, chaque participant a intérêt à pratiquer une stratégie de donnant / donnant (Tit for Tat en Anglais), c'est-à-dire à une réciprocité conditionnelle. Pour qu'une stratégie de donnant / donnant ait un sens, il faut que le dilemme se représente à nouveau dans le futur et que le nombre discret de partie soit inconnu des participants ou indéterminé. Sinon la solution classique du dilemme peut être préférée à un moment donné.

Cette stratégie se révèle la plus efficace dans les simulations mais attention dans la vie de tous les jours, rares sont les fois où nous percevons parfaitement ce que l'autre fait ou dit et où ce que nous faisons reflète ce que nous voulons faire.

Comment être efficace au dilemme du prisonnier ?

4 suggestions pour s'en sortir honorablement :

- Ne pas être trop envieux : ne pas réfléchir en termes de jeu à sommes nulle, la maximisation de ses gains passe invariablement par celle des gains des autres.
- Ne pas être le premier à faire cavalier seul : il est payant de coopérer tant que l'autre joueur en fait autant. (attention à bien être dans un jeu suffisamment répétitif). La

malveillance peut être profitable au début mais elle finit par détruire l'environnement qui lui permettait de survivre.

- Pratiquer la réciprocité dans la coopération comme dans la défection : le jeu stricte est le plus performant, le tit for two tats' est moins performant. Etre indulgent (revenir tout de suite à la collaboration si elle est offerte) mais attention le niveau d'indulgence dépend de l'environnement (il faut en tenir compte dans certaines circonstances).
- Ne pas être trop malin : les stratégies compliquées ne marchent pas mieux, il est préférable d'avoir un comportement clair et donc prévisible (à court terme on peut être roulé mais à long terme on l'emporte).

Comment promouvoir la coopération ?

Il s'agit de transformer le contexte, le système afin de favoriser l'émergence de coopération (partenariat) :

- Augmenter l'importance de l'avenir par rapport au présent : augmenter la perspective de long terme, la durabilité de certaines interactions (traités), la fréquence des relations.
- Modifier les gains : arme majeur des gouvernants,
- Enseigner au gens à se soucier les uns des autres : compte tenu de l'organisation sociale, le bien être personnel par celui des autres (interactions sociales fréquentes, ...) mais attention l'altruisme correspond à une coopération inconditionnelle qui n'est pas une stratégie efficace.
- Enseigner la réciprocité : l'aspect désagréable du donnant / donnant réside dans son insistance à appliquer durement la loi du Talion. C'est une justice très dure mais la question est de savoir s'il existe une meilleure alternative.
- Améliorer les capacités de reconnaissance des joueurs.

La structure sociale de la coopération.

Quatre facteurs parmi d'autres peuvent engendrer des conséquences particulières sur l'évolution de la coopération :

- Etiquettes, stéréotypes, hiérarchie,
- Réputation, dissuasion,
- Territorialité : au niveau culturel les individus partagent des valeurs particulières du fait de leur proximité territoriale, le territoire facilite la propagation des stratégies performantes (évolution, colonisation, imitation),
- Gouvernement et règlements explicites.

Bibliographie

La Théorie des Jeux, qui a obtenu le Prix Nobel d'Economie en 1994 pour sa contribution à la stratégie d'entreprise, fait aujourd'hui l'objet d'une immense littérature portant sur des problèmes théoriques et des champs d'application très divers. On trouvera ci-dessous quelques ouvrages essentiellement introductifs.

Bernard Guerrien : « *La Théorie des Jeux* », 108 p, Economie Poche, Economica, Paris, 1995. Une bonne introduction en 100 pages au format de poche, ne nécessitant d'autre connaissance mathématique que la notion d'espérance de gain.

Avinash. K. Dixit & Barry Nalebuff : « *Thinking Strategically* », 393 p, W. W. Norton and Company, New-York, 1993. Pour une introduction purement littéraire au raisonnement stratégique, basée sur des exemples typiquement américains.

John McMillan : « *Games, Strategies and Managers* », 252 p, Oxford University Press, Oxford, New-York, 1992. Une très bonne analyse à travers des exemples de quelques problèmes de décision intéressant l'entreprise. Les détails de la résolution des problèmes sont renvoyés à la fin du livre, et ne requièrent que des connaissances mathématiques du niveau de l'enseignement secondaire.

Adam M. Brandenburger & Barry J. Nalebuff : « *Coo-petition* », 290 p, Double Day, New-York 1996 (Traduit en Français sous le même titre aux Editions du Village, 1997). Une vision différente de la stratégie d'entreprise, étayée par des exemples, présentée sous une forme purement littéraire, dissimulant parfaitement des concepts profonds.

H. Scott Bierman & Luis Fernandez : « *Game Theory with Economic Applications* », 452 p, Addison-Wesley, 1998. Un cours à l'Américaine, c-a-d tel que les concepts sont amenés à travers des exemples, empruntés à la sphère de l'économie. Les nombreuses illustrations (d'où le nombre élevé de pages) facilitent la lecture. Les connaissances mathématiques requises se limitent à la dérivation des fonctions, et la notion d'espérance de gain.

Ken Binmore : « *Fun and Games* », 602p + réponses aux exercices proposés, Heath and Company, Lexington, MA, 1992. Une magistrale promenade à travers des exemples mettant en lumière quelques uns des concepts fondamentaux de la Théorie des Jeux. Dans chaque chapitre, les sections plus mathématiques sont mises à part de façon à pouvoir être sautées en première lecture. Le niveau mathématique requis est celui d'un premier cycle universitaire scientifique.

Pour plus d'information vous pouvez contacter micel.bruley@ncr.com



Michel Bruley
Directeur Marketing Teradata France

1 square John H. Patterson
91749 Massy cedex
+ 33 1 64 47 92 00