



Munich Personal RePEc Archive

Applications of Game Theory in Education - What Types and At What Levels?

Christelle Garrouste and Massimo Loi

Institute of International education, University of Stockholm
(Sweden), Department of Economics, University of Padua, Italy

January 2009

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/31825/>

MPRA Paper No. 31825, posted 27. June 2011 13:31 UTC

APPLICATIONS DE LA THEORIE DES JEUX A L'EDUCATION : POUR QUELS TYPES ET NIVEAUX D'EDUCATION, QUELS MODELES, QUELS RESULTATS ?

Auteurs

Christelle GARROUSTE (Ph.D.)

Institute of International Education

Université de Stockholm

10691 Stockholm – Suède

Email: garrouste.norelius@interped.su.se

Massimo LOI (Ph.D.)

Department of Economics and Management

Université de Padoue

via del Santo 33 ; 35123 Padoue – Italie

Tél : (+39) 049/8274002

Fax : (+39) 049/8274211

Email : massimo.loi@unipd.it

Résumé

Ce papier s'intéresse à l'usage qui est fait de la théorie des jeux en sciences de l'éducation. Il présente l'évolution théorique de la théorie des jeux depuis la définition des axiomes de Von Neumann et Morgenstern en 1944. La troisième partie présente la méthode appliquée pour sélectionner les articles comparés dans cette étude. Enfin, la quatrième partie présente les résultats de la revue de cette littérature. L'étude révèle un intérêt similaire de la part des économistes et des pédagogues pour l'application de la théorie des jeux aux questions d'éducation. Néanmoins, le nombre extrêmement restreint d'articles publiés peut être interprété comme le signe d'un problème d'adaptabilité de cette méthode à cette discipline de recherche. Le papier conclut par une discussion sur la nature de cette inadaptabilité.

Mots-clefs : *Théorie des Jeux ; Sciences de l'éducation.*

1. Introduction

Ce papier présente une analyse comparative de l'usage de la théorie des jeux dans la littérature scientifique appliquée à l'éducation. Comme l'a si bien souligné Gambetta (1987), comprendre les mécanismes décisionnels des acteurs de l'éducation (tels que poursuivre ou quitter le système éducatif) est une question cruciale à laquelle tout gouvernement se doit de pouvoir répondre. En effet, bien que les objectifs éducatifs de tout état-nation au niveau macro peuvent prendre une forme partiellement reproductrice, en l'absence de forces coercitives les parcours éducatifs demeurent le résultat de préférences et décisions individuelles.

Ainsi, partant du postulat que la coordination des préférences (et décisions) individuelles des acteurs de tout système éducatif joue un rôle primordial dans l'élaboration de politiques efficaces, il paraît naturel de se pencher sur les potentialités de la théorie des jeux comme outil de soutien aux décideurs politiques. Osborne & Rubinstein (1994) définissent la théorie des jeux comme une sacoche d'outils analytiques nous aidant à comprendre les phénomènes que nous observons lorsque les décideurs interagissent. Les suppositions fondatrices de la théorie sont que les décideurs poursuivent des objectifs exogènes bien définis (ils sont *rationnels*) et qu'ils prennent en compte leurs connaissances ou espérances du comportement des *autres* décideurs (ils *raisonnent stratégiquement*).

Les modèles de théorie des jeux sont des représentations très abstraites de séquences de situations de la vie réelle. Le paradoxe est que c'est justement cette abstraction qui leur permet d'être utilisés dans l'étude d'un grand nombre de phénomènes bien réels. Par exemple, la théorie de l'équilibre de Nash a été utilisée dans l'étude des compétitions de type oligopolistique et politique ; la théorie de stratégie et d'équilibre mixte a été utilisée pour expliquer la distribution statistique des longueurs de langue chez les abeilles et de la longueur des trompes chez les fleurs ; la théorie des jeux itératifs (ou jeux répétés) a été utilisée dans l'illustration de phénomènes sociaux tels que les menaces ou promesses ; enfin, la théorie du point-pivot révèle une stabilité des gains d'un commerce contraint par un système de prix pour toute économie comprenant un grand nombre d'agents (Ibid.). En fait, la théorie des jeux n'utilise les mathématiques que comme un outil de communication, telle une langue universelle, pour formaliser l'expression d'intuitions, d'idées et de concepts et pour explorer les implications de suppositions et d'hypothèses, mais ne constitue en aucun cas une branche propre des sciences mathématiques. Osborne & Rubinstein (1994) vont même jusqu'à définir la théorie des jeux comme une *science sociale* dont l'objectif est de comprendre le comportement de décideurs interactifs.

Néanmoins, malgré ses atouts, cette théorie demeure sous-exploitée dans le domaine de l'éducation. C'est précisément l'ampleur et la nature de cette sous-exploitation que ce papier souhaite

explorer. Pour ce faire, une analyse systématique de la littérature a été réalisée en sélectionnant les articles à partir du moteur de recherche scientifique *Institute for Scientific Information (ISI) Web Knowledge - Web of Science*. La recherche a été lancée une première fois le 22 juin 2007 puis relancée pour vérifications et mises à jour le 27 juin 2008.

Le présent article est organisé en cinq parties, comprenant cette introduction. La deuxième partie présente un bref résumé des principes de la théorie des jeux. La troisième partie explique le processus de sélection des articles retenus et expose les paramètres définis pour les comparer. Enfin, la quatrième partie présente les résultats de l'étude, et la cinquième et dernière partie conclut par une discussion de ces résultats.

2. Jeux et solutions

Même si l'idée de la théorie des jeux remonte historiquement aux écrits du Talmud et de Sun Tzu, la présentation contemporaine est attribuée à John von Neumann et Oskar Morgenstern qui ont édité la « *Théorie des Jeux et le Comportement Economique* » en 1944. Leur principale contribution est une série de définitions claires de la structure conceptuelle et du traitement axiomatique des utilités numériques impliquées dans toute analyse du comportement humain (pour tout détail, cf. von Neumann & Morgenstern, 1944 ; 2004). Leur théorie des jeux utilisait des cas de choix qui restaient les mêmes au cours du temps, et qui étaient à somme nulle. Au début des années 1950, John Nash a généralisé leurs résultats aux jeux à somme non-nulle et a fourni les bases modernes du champ de la théorie des jeux, notamment à travers la théorie de la négociation. Cette nouvelle catégorie de jeux a permis d'aborder de façon quantitative des questions restées jusqu'alors d'ordre philosophique (telles que la morale).

Les nombreux développements théoriques qui ont suivi¹ ont abouti à la fondation par Morgenstern en 1972 du premier magazine universitaire dédié à l'étude théorique et empirique de la théorie des jeux au sens large. Par la suite, certains se sont intéressés aux jeux où le choix se pose en termes différents à chaque étape, que l'on nomma un temps « théorie des jeux combinatoires ». Aujourd'hui, pour des raisons de commodité et de communauté de concepts, celle-ci est plutôt considérée comme une branche soit de la théorie des graphes, soit de ce qu'on nomme l'intelligence artificielle. Dans les années 1980, les conditions strictes d'hyper-rationalité de l'équilibre de Nash furent remises en cause par un nouveau courant de théoriciens des jeux appelé « Evolutionary Game

¹ Pour un exposé détaillé de l'évolution de la théorie des jeux depuis John Nash, cf. au papier de Roger Myerson (2001) « Learning Game Theory from John Harsanyi », *Games and Economic Behavior*, 36, 20-25.

Theory » (théorie des jeux évolutifs) qui emprunta à la biologie pour décrire le caractère évolutif des stratégies appliquées par chaque joueur au cours d'un jeu (Van Der Laan & Tieman, 1998).

Ainsi, à peine soixante ans après la publication clef de von Neumann et Morgenstern, la théorie des jeux a trouvé des applications dans toutes les sciences sociales et dans un grand nombre d'autres sciences comme outil de décision stratégique.

Aujourd'hui, un « jeu » est défini comme la description des actions que des joueurs *peuvent* prendre dans leur propre intérêt dans le cadre d'interactions stratégiques, mais ne spécifie pas les actions réellement prises par ces joueurs. Une « solution » est une description systématique des résultats passibles d'émerger dans une famille de jeux. Ainsi, la théorie des jeux ne fait que suggérer des solutions raisonnables pour des catégories de jeux et examiner leurs propriétés (Osborne & Rubinstein, 1994).

Afin de faciliter l'analyse des applications de cette théorie aux questions d'éducation, nous avons arbitrairement fait le choix d'appliquer la classification suggérée par Osborne & Rubinstein (ibid.) en trois classes de modèles : jeux coopératifs et non-coopératifs ; jeux stratégiques et jeux expansifs ; jeux avec et sans information parfaite. Cette classification est résumée par la Figure 1.

Ainsi, le premier degré de classification de modèles regroupe les jeux coopératifs et non-coopératifs. Dans tout modèle de théorie des jeux l'entité de base est le « joueur ». Un joueur est un individu (ou un group d'individus) preneur(s) de décision. Une fois l'ensemble de joueurs définit, il faut distinguer entre deux types de modèles : ceux dans lesquels l'ensemble d'actions possibles de joueurs *individuels* est primitif et ceux dans lesquels l'ensemble d'actions *jointes* possibles de *groupes* de joueurs est primitif. Alors que le premier type de modèles fait souvent référence aux jeux « non-coopératifs », le second est communément assimilé aux jeux « coopératifs ». Jusqu'à présent, le premier type de jeux demeure le plus courant dans la littérature appliquée.

Le deuxième degré de classification de modèles considère les jeux stratégiques et les jeux expansifs. Un modèle de jeu « stratégique » met en scène une situation dans laquelle chaque joueur choisit son plan d'actions propre une fois pour toutes, et dans laquelle les décisions de tous les joueurs sont prises simultanément. Cela implique qu'au moment du choix d'un plan d'actions, le joueur n'est pas informé du choix des autres joueurs. Au contraire, un modèle de jeu « expansif » spécifie l'ordre éventuel des événements, ce qui permet à chaque joueur de considérer son plan d'actions à n'importe quel moment du jeu, y compris au moment même de prendre sa décision.

Enfin, le troisième degré de classification définit par Osborne et Rubinstein regroupe les jeux avec ou sans information parfaite. Dans certains modèles les participants sont parfaitement informés du choix des autres participants, alors que dans d'autres modèles cette information est imparfaite. La

première catégorie fait l'objet de beaucoup plus d'applications du fait de son ancienneté et de la fermeté de ses propriétés. La deuxième catégorie, développée dans les années 1980, malgré son plus grand degré de réalisme, demeure au stade de l'exploration.

Revenons maintenant sur l'une des hypothèses fondatrices de la théorie des jeux : le « comportement rationnel » des participants. Tous les types de modèles décrits ci-dessus partent de l'hypothèse que chaque joueur est « rationnel », c'est-à-dire qu'il est parfaitement conscient des alternatives dont il dispose, formule des espérances des éléments inconnus, a des préférences claires et choisit son action délibérément après un procédé d'optimisation.

En l'absence d'incertitude, les éléments suivants constituent un modèle de choix rationnel : Soit A un ensemble d'actions parmi lesquelles le joueur fait son choix ; C un ensemble de conséquences possible de ces actions ; $g : A \rightarrow C$ une fonction de conséquence qui associe une conséquence à chaque action ; et \succsim une relation de préférences sur l'ensemble C . Les préférences des joueurs sont parfois définies par une fonction d'utilité $U : C \rightarrow \mathfrak{R}$ qui définit une relation de préférences par la condition $x \succsim y$ si et seulement si $U(x) \geq U(y)$. Pour tout ensemble d'actions possibles $B \subseteq A$, un joueur rationnel choisit une action a^* qui soit faisable (appartenant à B) et optimale, $g(a^*) \succsim g(a)$ pour tout $a \in B$, c'est-à-dire qu'il résout le problème de maximisation suivant : $\max_{a \in B} U(g(a))$. Ce modèle exige que l'individu utilise la même relation de préférences lors de son choix parmi différents ensembles B .

Or, dans la plupart des cas, les individus sont amenés à prendre des décisions sous contrainte d'incertitude. Quelque soit la nature de cette incertitude (incertain quant aux paramètres objectifs de son environnement, informé de manière imparfaite sur les événements ayant cours pendant le jeu, incertain quant aux actions non déterminantes prises par les autres joueurs ou incertain quant au raisonnement des autres joueurs), le meilleur moyen de modéliser le processus décisionnel est alors d'appliquer les théories de von Neumann & Morgenstern (1944) et de Savage (1972). Si la fonction de conséquences est stochastique et connue du joueur - i.e. pour chaque $a \in A$ la conséquence $g(a)$ est une loterie (distribution probabilistique) sur C - alors le joueur est supposé se comporter comme si il maximisait la valeur espérée d'une fonction d'utilité « von Neumann-Morgenstern » qui attribut un nombre à chaque conséquence. Si la connexion stochastique entre actions et conséquences n'est pas donnée, alors le joueur est supposé se comporter comme si il avait à l'esprit un « point-selle » Ω , une mesure probabilistique de Ω , une fonction $g : A \times \Omega \rightarrow C$, et une fonction d'utilité $u : C \rightarrow \mathfrak{R}$ et est

supposé maximiser la valeur espérée de $u(g(a, w))$ en fonction de la mesure probabilistique (Osborne et Rubinstein, 1994).

Il est important de souligner que cette hypothèse de rationalité et ses conditions inhérentes sont sujettes à de perpétuelles attaques de la part de la psychologie expérimentale qui critique âprement les limites de son applicabilité. Nous reviendrons sur ces critiques dans les conclusions de cet article.

3. Méthode comparative

Afin d'évaluer l'ampleur et la qualité d'application de la théorie des jeux aux questions d'éducation, une revue systématique de la littérature a été menée à partir de la banque de données *Web of Science* sur le moteur de recherche scientifique *ISI Web of Knowledge* depuis la bibliothèque universitaire de Padoue, en Italie. Dans un premier temps, une recherche a été lancée pour estimer le nombre d'articles publiés sur la théorie des jeux dans des revues scientifiques à comité de lecture, toutes disciplines confondues, publiés en langue anglaise. Le même procédé a été répété pour les articles sur l'éducation. Dans un deuxième temps, un filtrage a été effectué en ne sélectionnant que les articles combinant théorie des jeux et éducation publiés en langue anglaise dans des revues à comité de lecture spécialisées en éducation ou en économie, et cités au moins une fois par d'autres auteurs². Ce filtrage a pour but de focaliser la recherche sur les articles reconnus comme ayant un potentiel d'impact scientifique.

Dans les deux cas, la recherche a été lancée sur trois combinaisons différentes de mots clefs figurants dans le texte : (1) « game theory » + « education » ; (2) « game theory » + « learning » ; et (3) « game theory » + « teaching »³. Afin de garantir l'inclusion de tous les articles ayant trait aux sciences de l'éducation, les concepts « apprentissage » (learning) et « enseignement » (teaching) ont été ajoutés au concept « éducation ».

La deuxième étape a ensuite consisté à lire tous les articles listés par le moteur de recherche et à sélectionner parmi eux uniquement ceux ciblant notre objet de recherche, c'est-à-dire l'application de la théorie des jeux aux questions d'éducation au sens large, incluant les questions d'apprentissage et d'enseignement.

Les articles sélectionnés en deuxième étape ont enfin été classés puis comparés sur la base des paramètres suivants⁴ :

² Les « autocitations », c'est-à-dire les citations par le (les) auteur(s) de l'article, ne sont pas prises en compte dans notre analyse.

³ (1) « théorie des jeux » + « éducation » ; (2) « théorie des jeux » + « apprentissage » ; (3) « théorie des jeux » + « enseignement ».

⁴ Le tableau 1 (en annexe) résume ces données pour les 75 articles sélectionnés.

1. Question(s) de recherche : la comparaison des objectifs de chaque étude est importante pour identifier de potentielles tendances et mieux comprendre les capacités d'application de la théorie des jeux à l'éducation ;
2. Résultats : la comparaison des résultats de chaque étude complète l'information obtenue par le paramètre précédent ;
3. Niveau d'éducation analysé : ce paramètre permet de savoir si la théorie des jeux a la capacité de répondre mieux à des questions posées à certains niveaux d'éducation ou si elle peut être appliquée à tous les niveaux ;
4. Type d'analyse : théorique ou empirique : cette distinction a pour but d'évaluer le potentiel d'applicabilité de cette théorie à savoir si elle peut faciliter le processus décisionnel ou si elle ne constitue qu'un outil d'exercice théorique. Cette classification est néanmoins relative car la frontière entre théorie et empirie en théorie des jeux est très vague (Osborne & Rubinstein, 1994). Ce que nous appelons ici arbitrairement analyse théorique (par opposition à analyse empirique) couvre en fait les modèles définis sans simulation ni application appliquant des données chiffrées .;
5. Pays d'analyse : ce paramètre ne s'applique que dans le cas d'analyses empiriques et permet de savoir si l'accès à des données chiffrées applicables à la théorie des jeux est davantage facilité dans certains pays ou régions. Une telle tendance pourrait en effet refléter un intérêt scientifique et politique pour ce type d'analyses stratégiques;
6. Base de données empirique : dans le cas d'applications empiriques, il est intéressant de savoir si les données appliquées sont des données propres, c'est-à-dire collectées par l'auteur lui-même, ou s'il s'agit de données empruntées à une base de données externe. La deuxième catégorie de données facilite en effet la réplique d'une analyse par d'autres auteurs et garantit ainsi une meilleure validité et un plus grand potentiel de généralisation des résultats;
7. Type de modèle de théorie des jeux : les articles sont catégorisés en fonction de la classification inspirée par Osborne & Rubinstein (1994) (cf. Figure 1);
8. Année de publication : l'année de publication est un paramètre important du fait de la constante évolution de la théorie des jeux et des théories appliquées aux sciences de l'éducation. Il permet de savoir si l'auteur applique une méthodologie plutôt novatrice ou traditionnelle ;
9. Journal de publication : le journal de publication joue un grand rôle dans l'évaluation du potentiel d'impact scientifique d'un article à travers la mesure de son facteur d'impact ;
10. Facteur d'impact du journal de publication de l'article : il s'agit d'une mesure de l'importance d'une revue scientifique. Il est calculé chaque année par *l'Institute for Scientific Information*

(ISI) pour chaque revue suivie. Il est publié dans le *Journal Citation Report*. Les facteurs d'impact ont une grande influence dans le domaine de la publication scientifique car ils servent souvent de critères d'évaluation quantitatifs. Le facteur d'impact est néanmoins un proxy discutabile, notamment du fait qu'il soit lié à la revue et non à l'article. Un article publié dans une revue à fort impact peut avoir un nombre de citation très bas sinon nul et inversement. De plus, étant donné qu'il compte la fréquence de citation par article et néglige le prestige de la revue, le facteur d'impact est parfois perçu comme une mesure de popularité plutôt que de prestige⁵. Malgré ses limites, cette mesure permet d'apporter une information supplémentaire non négligeable sur la « popularité scientifique » de l'applicabilité de la théorie des jeux aux questions d'éducation;

11. Nombre de citations de l'article par d'autres auteurs : ce paramètre complète le facteur d'impact afin d'établir un proxy du potentiel d'impact scientifique de l'article indépendamment du journal. Les « autocitations » sont exclues de l'analyse pour éviter tout biais subjectif (cf. note de bas de page n°2).

Contrairement à une méta-analyse quantitative classique, la présente étude est fortement biaisée par la subjectivité impliquée par le choix des paramètres ci-dessus. Cette limite doit être prise en compte pour l'interprétation des résultats présentés dans la section suivante.

4. Résultats

D'après les résultats affichés par le moteur de recherche *Web of Science* sur *ISI Web of Knowledge*, le premier constat est que sur les 5090 articles publiés sur la théorie des jeux et les plus de 100000 articles publiés sur l'éducation au sens large (incluant les notions d'apprentissage et d'enseignement), seuls 404 portent à la fois sur la théorie des jeux et l'éducation. Si l'on retient uniquement les articles publiés dans des revues à comité de lecture spécialisées en éducation (au sens large) ou en économie, ce

⁵ Le facteur d'impact est calculé sur une période de trois ans. Par exemple, le facteur d'impact de 2003 pour une revue X est calculé ainsi :

A = le nombre de fois que des articles publiés dans X durant la période 2001-2002 sont cités dans l'ensemble des revues indexées durant l'année 2003.

B = le nombre d'articles, résumés étendus ou notes publiés dans X dans la période 2001-2002.

Le facteur d'impact de la revue X pour 2003 sera A/B

L'ISI exclut certains types d'articles comme les erratas dans le calcul du dénominateur B. Les nouvelles revues, indexées depuis leur premier numéro, reçoivent un facteur d'impact après une période de deux ans. Pour les besoins de cette étude, une moyenne de cet indice a été calculée sur la période 2003-2007 (Thomson Glossary, URL : <http://scientific.thomson.com/support/patents/patinf/terms/#1>).

nombre est réduit à 124. Enfin, si l'on cible uniquement les articles ayant été cités au moins un fois par d'autres auteurs alors ce nombre aboutit à 78.

Tableau 1. Résultats du processus de sélection

Mots clefs	# articles	Discipline du journal		Articles cités par autres auteurs		Articles valides	
		Education	Economie	Education	Economie	Education	Economie
Game Theory (GT)	5090						
Education	>100000						
GT+ « education »	46	11	5	3	3	2	3
GT+ « learning »	319	17	69	7	56	1	2
GT+ « teaching »	39	13	9	5	4	1	0
GT+Education	404	41	83	15	63	4	5
TOTAL	>105090	404	124		78		9

Note : Dans ce tableau, Education avec « e » majuscule désigne l'éducation au sens large, c'est-à-dire l'ensemble des concepts d'éducation, d'apprentissage et d'enseignement.

Une fois la première étape de sélection effectuée, parmi les 78 articles retenus, un grand nombre ne ciblaient pas notre objet de recherche et plusieurs apparaissaient dans les trois combinaisons. En effet, la plupart des articles publiés dans des revues d'économie considère les théories d'apprentissage comme outil pour mieux comprendre le processus de décision des joueurs vers une solution d'équilibre stable. Or, l'objet de notre étude est au contraire de considérer la théorie des jeux comme un outil pour mieux comprendre les comportements individuels et stratégiques en matière d'éducation. Ainsi, après avoir trié tous ces articles, seuls 9 ont pu être retenus (cf. Tableau 1). Sur ces 9 articles, 4 sont publiés dans des revues spécialisées en éducation et 5 dans des revues spécialisées en économie et tous les articles ont des auteurs propres (cf. Tableau 2 pour la liste détaillée de ces articles).

Tableau 2. Sélection finale

Catégorie de journal	Auteurs	Année	Titre	Journal	Références	Impact factor	Nombre de citations	Niveau d'éducation analysé	Type d'analyse et base de donnée	Pays d'analyse	Type de modèle de théorie des jeux
<i>Game theory + Education</i>											
Education	Ebner & Holzinger	2007	Successful implementation of user-centered game based learning in higher education:	Computers & Education	49: 873–890	10,258	1	Etudes supérieures (Ingénieurs Génie Civil)	Empirique: expérimental Propres données	Autriche, Allemagne et Suisse	Pre-test et post-test sur un jeu IFM
Education	Martens et al.	2004	The impact of intrinsic motivation on e-learning in	Journal of Computer Assisted learning	20: 368–376	0,4804	8	Etudes supérieures	Empirique: expérimental Propres données	Pays-Bas	Simulation de type jeu réaliste
Economics	Sönmez	2003	Design Approach	Review	93(3) June: 729-747	1,944	27	Passage entre collège et lycée	E&T	USA	théorie matching
Economics	Glomm & Lagunoff	1999	A Dynamic Tiebout Theory of Voluntary vs. Involuntary	Review of Economic Studies	66(3): 659-677	1,694	7	Ecoles	Théorique		Modèle spatio-temporel de migration (équilibre parfait de
Economics	Rubinstein	2006	Theorist	Econometrica	74(4) July: 865–883	24,756	1	(recherche)	E&T Propres données	Plusieurs	Tous types
<i>Game theory + Teaching</i>											
Education	Gachter et al.	2006	Cournot Competition and Hit-and-Run Entry and Exit in a	Journal of Economic Education	Fall: 418-430	0,2114	1	Etudes supérieures (stratégie et management, MBA)	E&T Propres données		Compétition à la Cournot, équilibre de Nash et équilibre
Economics	Bischoff & Hofmann	2002	Targeting teaching: classroom game on the theory of rent	Southern Economic Journal	69(1): 195-199	0,3552	1	Etudes supérieures	Empirique: expérimental Propres données	Allemagne et Russie	Equilibre de Nash
Economics	Fan	2000	Teaching children cooperation—An application of	Journal of Economic Behavior & Organization	41: 191–209	0,6756	7	École primaire	Empirique: expérimental Propres données		Dilemme du prisonnier
<i>Game theory + Learning</i>											
Education	Brokaw & Merz	2004	Active Learning with Monty Hall in a Game Theory Class	Journal of Economic Education	Sumer : 259-268	0,2114	2	Etudes supérieures	Théorique		Jeu stratégique Monty Hall

La classification de ces articles par type de modèle de théorie des jeux révèle une répartition équitable entre jeux stratégiques (5 articles) et jeux expansifs avec information parfaite (4 articles) (cf. Figure 1). Les deux catégories de jeux regroupent des types de modèles traditionnels aux propriétés rigides et plutôt théoriques. Parmi les articles appliquant des jeux stratégiques, on trouve Fan (2000), Bischoff & Hofmann (2002) et Rubinstein (2006), qui sont publiés dans des revues spécialisées en économie, et Brokaw & Merz (2004) et Gachter, Thoni & Tyran (2006), publiés dans des revues spécialisées en éducation. Parmi les articles appliquant des jeux expansifs avec information parfaite, on trouve Glomm & Lagunoff (1999) et Abdulkadiroglu & Sönmez (2003), publiés dans des revues d'économie, et Martens, Gulikersw & Bastiaensw (2004) et Ebner & Holzinger (2007), dans des revues d'éducation.

Cette répartition montre que ce type d'approche présente autant d'intérêt scientifique pour les économistes que pour les pédagogues et que le type de modèle appliqué n'est pas lié au type de journal. De même, la répartition entre articles théoriques et articles empiriques est relativement équitable entre les deux catégories de revues. Cette information est surprenante car le caractère mathématique de la théorie des jeux aurait pu laisser supposer que les modèles les plus sophistiqués présenteraient plus d'intérêt pour les économistes que pour les pédagogues.

Dans un deuxième temps, il est intéressant de noter que tous ces articles sont relativement récents, le plus vieux datant de 1999 et le plus récent de 2007, bien que la recherche ait été lancée sans spécification de dates pour permettre l'inclusion du plus grand nombre d'articles. Cela confirme que l'application de la théorie des jeux à l'éducation est une approche émergente, bien en retard par rapport aux pratiques dans d'autres sciences sociales et fondamentales qui révèlent une explosion du nombre de publications appliquant la théorie des jeux depuis les années 1960 (Myerson, 2001). Ce retard vient sans doute du cloisonnement traditionnel entre recherche quantitative descriptive et recherche qualitative explicative dans le domaine des sciences sociales qui commence seulement depuis peu à être remis en cause au profit d'un paradigme mixte favorisant le développement d'outils explicatifs quantitatifs et d'outils descriptifs qualitatifs (Neumann, 1997). Ce paradigme mixte pourrait s'avérer plus propice à la reconnaissance scientifique de l'application d'une méthode telle que la théorie des jeux à un domaine tel que l'éducation.

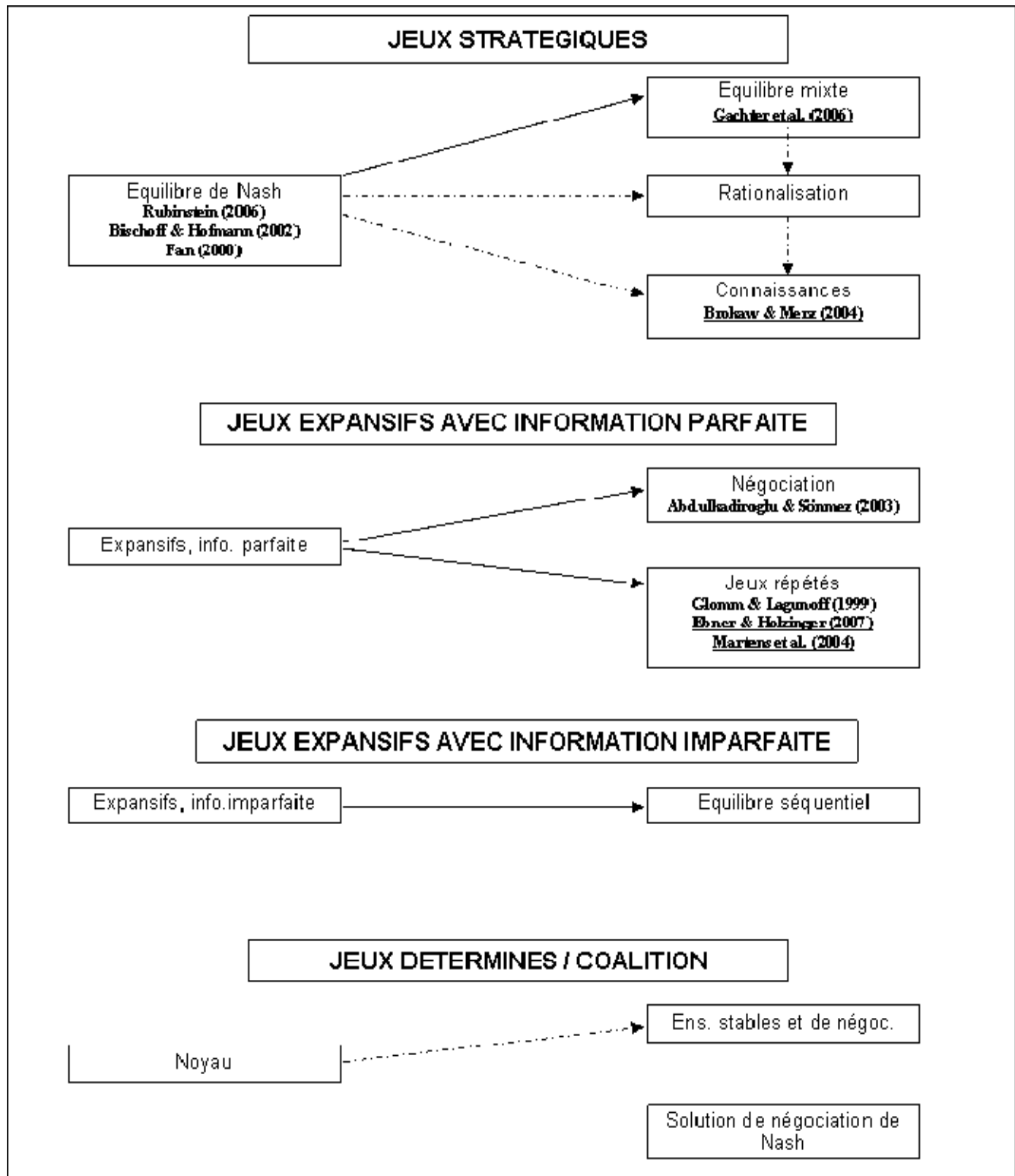


Figure 1. Classification des articles par types de modèles de théorie des jeux (figure adaptée de Osborne et Rubinstein, 1994, p. xii)

Notes : a. Les auteurs des articles sélectionnés sont en caractères gras et ceux publiés dans un journal spécialisé en éducation sont soulignés.

b. Une flèche pleine signifie une interdépendance entre les deux éléments qu'elle relie ; une flèche en pointillés signifie que les deux éléments ne sont liés que par certaines hypothèses ou suppositions.

Au-delà de son étendue méthodologique et historique, à quels niveaux et types d'éducation notre objet de recherche s'applique-t-il ? Sur les 9 articles de notre étude, 6 traitent de questions propres aux études supérieures (écoles d'ingénieurs, universités, etc.) (Bischoff & Hofmann ; Brokaw & Merz ; Martens et al. ; Gachter et al., ; Ebner & Holzinger ; Rubinstein), et 3 portent sur un ou plusieurs niveaux du système scolaire obligatoire (primaire-secondaire) (Glomm & Lagunoff ; Fan ; Abdulkadiroglu & Sönmez). Cette répartition, à nouveau quasi-équitable, ne nous permet pas de conclure que la théorie des jeux s'adapte mieux aux questions posées par un niveau d'éducation plus que par un autre ; mais, au contraire, valide la pertinence de cette méthode pour l'éducation en général.

De plus, dans le cas des applications empiriques, il apparaît que l'accès à des données chiffrées applicables à des modèles de théorie des jeux semble facilité dans des pays germaniques. Ce résultat laisse à penser que l'intérêt pour cette approche analytique demeure très régionale et reste à être étendue au reste du monde. Les raisons de ce régionalisme n'ont pu être élucidées dans le cadre de cette étude. Nous invitons donc d'autres chercheurs à s'interroger sur cette question.

Enfin, si l'on considère qu'un journal est considéré comme ayant un impact scientifique reconnu si son facteur d'impact est supérieur ou égal à 1.5, alors seuls 3 articles ont été publiés dans des revues influentes (par ordre décroissant de facteur d'impact : Rubinstein ; Abdulkadiroglu & Sönmez ; et Glomm & Lagunoff). Parmi ces 3 articles, celui d'Abdulkadiroglu & Sönmez est le plus cité par d'autres auteurs (27 fois), suivi par Glomm & Lagunoff (7 fois) et Rubinstein (seulement 1 fois). En moyenne, l'article à plus haute capacité d'influence scientifique est celui d'Abdulkadiroglu & Sönmez, « School Choice: A Mechanism Design Approach », publié dans *The American Economic Review* et appliquant la théorie de la négociation au problème de planning du choix d'établissement scolaire aux Etats-Unis.

Pour finir, nous avons également comparé les objectifs et les résultats de chaque étude afin d'identifier de potentielles tendances. Le Tableau 3 résume ces paramètres. Parmi les études analysées 7 appliquent la théorie des jeux à des questions d'éducation dans un but pédagogique. Ce type d'articles contribue à la fois aux sciences de l'éducation, en démontrant les vertus pédagogiques exemplaires de l'usage du jeu comme support d'enseignement, et aux sciences économiques en diffusant les principes de bases de la théorie des jeux. Les seuls articles développant des modèles de théorie des jeux ciblés à une question d'éducation spécifique sont ceux d'Abdulkadiroglu & Sönmez et Glomm & Lagunoff.

Tableau 3. Objectifs et résultats de recherche des articles sélectionnés

Auteurs	Objectif(s) de recherche	Résultats
<i>Game Theory + Education</i>		
Ebner & Holzinger	L'introduction d'un jeu stratégique en ligne permet-elle d'améliorer le processus d'apprentissage comparé à un cours magistral classique?	Le jeu stratégique ne semble pas améliorer la capacité d'apprentissage des étudiants. Néanmoins le « plaisir » ressenti est accru à travers le jeu ce qui à terme constitue une source d'amélioration de l'apprentissage.
Martens et al.	Cet article présente un modèle de motivation en e-learning. Il décrit les mécanismes d'influence de la motivation sur les comportements en matière de consommation d'e-learning et en termes de résultats éducatifs.	Les résultats montrent que les étudiants avec une motivation intrinsèque importante n'accomplissent pas davantage que les autres, ils semblent plutôt accomplir des choses différentes. L'analyse des fichiers log montre que la curiosité accrue démontrée par les étudiants avec une motivation intrinsèque importante résulte dans un comportement exploratif accru en matière d'apprentissage, mais au bout du compte leurs résultats scolaires n'en sont pas pour autant meilleurs.
Abdulkadiroglu & Sönmez	Formulation d'un problème de choix d'établissement scolaire comme un problème de design de mécanisme et analyse des planning de choix d'établissements des villes de Boston, Columbus, Minneapolis, et Seattle.	Les résultats montrent que les plannings existents sont sérieusement déficients. L'article propose 2 modèles décisionnels alternatifs pour palier à ces problèmes.
Glomm & Lagunoff	L'objectif est de développer une théorie qui permette d'expliquer la taille relative des contributions volontaires et involontaires aux biens publics (incluant l'éducation). L'article s'interroge également sur le rôle des forces dynamiques telles que l'accumulation de capital dans le processus de « sélection ».	Le principal résultat montre que si les effets de congestion ne sont pas trop importants, et si l'accumulation de capital dans une communauté converge vers un niveau de point selle, alors seules les provisions involontaires survivent. L'externalité locale générée par l'éducation d'un individu génère ainsi des problèmes de possible free-riding similaires aux autres mécanismes volontaires.
Rubinstein	Ce papier utilise la théorie des jeux pour résoudre quatre dilemmes d'économistes théoriciens: le dilemme des conclusions absurdes; le dilemme de répondre à l'évidence; le dilemme de l'impossibilité de modéliser les régularités; le dilemme de relevance.	Les économistes théoriciens sont des conteurs de fables.
<i>Game Theory + Teaching</i>		
Gachter et al.	Application d'une expérience informatisée, de type jeu stratégique, pour expliquer le concept de compétition imparfaite à des étudiants en économie.	Ce type d'application a une haute valeur pédagogique.
Bischoff & Hofmann	Application d'une version expansive du jeu de classe de Goeree & Holt (1999) à la théorie de recherche locale pour aider les étudiants à comprendre le lien entre théorie et jeu.	Le jeu montre que la tendance au comportement pro-risque est une conséquence de la rivalité inhérente à la compétition locale.
Fan	Ce papier étudie le comportement des enfants dans le cadre d'un jeu du dilemme du prisonnier. Le but est d'apprendre aux enfants les valeurs morales de la coopération.	(1) La proportion de coopérations est supérieure chez les enfants plus âgés (ce qui conforte les théories en psychologie développementaliste). (2) Il y a un effet d'enseignement à court terme: la proportion d'individus coopératifs augmente significativement immédiatement après le cours.
<i>Game Theory + Learning</i>		
Brokaw & Merz	Application d'un jeu Monty-Hall pour enseigner les bases de la théorie des jeux ux étudiants.	Le jeu se révèle avoir une haute valeur pédagogique.

5. Discussion et conclusions

Malgré l'augmentation quasi-exponentielle du nombre d'articles publiés chaque année soit appliquant la théorie des jeux soit dédiés à l'éducation, il ressort très clairement de cette étude que l'application de cette théorie demeure rarissime pour résoudre les questions liées à l'éducation⁶. Une des explications possibles de ce défaut est sans doute le caractère restrictif de son hypothèse fondatrice, à savoir le rationalisme des individus, qui s'écarte trop de la réalité pour pouvoir décrire et expliquer des phénomènes réels telles que ceux ayant cours dans le domaine de l'éducation. Une autre explication crédible sont ses limites d'applicabilité empirique qui ne lui confèrent pas un caractère descriptif suffisant comparé aux autres méthodes quantitatives traditionnellement appliquées à l'éducation.

Comme le montre la nature des articles retenus dans cette étude, la majorité des applications de la théorie des jeux à l'éducation (théorique ou empirique) semble reposer sur l'usage de modèles de jeux traditionnels appliqués à des situations de simulation plus qu'à l'analyse de phénomènes réels. Ce type d'applications la met donc en concurrence directe avec les méthodes explicatives traditionnelles du paradigme qualitatif (Kuhn, 1962). Rappelons que pour Osborne & Rubinstein (1994), l'objectif de la théorie des jeux n'est autre que de comprendre le comportement de décideurs interactifs et non de décrire des phénomènes réels. Or, face à des méthodes qualitatives dévouées à l'explication de phénomènes réels observés, la théorie des jeux ne peut expliquer les comportements individuels et sociaux qu'en faisant usage d'une abstraction mathématique qui tend à l'éloigner de la réalité observable. La théorie des jeux apparaît donc comme trop théorique pour décrire efficacement les phénomènes éducatifs comparée aux méthodes quantitatives traditionnellement et trop abstraite pour expliquer autre chose que des séquences simulées de phénomènes réels, ce qui la rend moins attractive pour les décideurs politiques que les méthodes qualitatives traditionnelles.

Ainsi, le seul espoir de voir un jour l'enseignement et l'application de la théorie des jeux se systématiser comme méthode de recherche en sciences de l'éducation semble conditionné par le développement paradigmatique de la recherche en sciences sociales. L'émergence d'un postulat de recherche mixte (quantitatif et qualitatif) devrait en effet favoriser cette option et permettre (nous

⁶ Une extension de cette analyse est actuellement en cours, incluant les « working papers » publiés en langue anglaise, pour vérifier la validité des résultats présents. Néanmoins, à ce stade de l'analyse, nous pouvons d'ors-et-déjà annoncer que le nombre de publications gagné par cet élargissement demeure restreint et que la nature des modèles appliqués tend davantage vers le théorique que vers l'empirique.

l'espérons) à long terme de mener des études comparatives de la littérature appliquant la théorie des jeux à l'éducation qui soient statistiquement plus robustes⁷ et révélatrices que la présente. Notre étude n'ayant à ce jour aucun précédent et le sujet analysé n'étant qu'à un stade embryonnaire, notre objectif n'était pas d'apporter des conclusions fermes et définitives sur l'applicabilité de la théorie des jeux aux questions d'éducation mais plutôt d'attirer l'attention des chercheurs sur les potentiels de ce type d'approche.

⁷ De nombreux praticiens d'analyses quantitatives de la littérature (e.g., Schultze, 2004 ; Hunter, Schmidt & Jackson, 1982 ; Glass, McGraw & Smith, 1981) recommandent notamment l'application de méta-analyses fondées sur l'effet de taille.

Bibliographie

- Abdulkadirogul, A., et Sönmez, T. (2003). School Choice: A Mechanism Design Approach. *The American Economic Review*, 93(3), 729-747.
- Bischoff, I., et Hofmann, K. (2002). Targeting teaching: classroom game on the theory of rent seeking: some practical experience. *Southern Economic Journal*, 69(1), 195-199.
- Brokaw, A.J., et Merz, T.E. (2004). Active Learning with Monty Hall in a Game Theory Class. *Journal of Economic Education*, Summer, 259-268.
- Ebner, M., et Holzinger, A. (2007). Successful implementation of user-centered game based learning in higher education: An example from civil engineering. *Computers & Education*, 49, 873–890.
- Fan, C.-P. (2000). Teaching children cooperation – An application of experimental game theory. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 41: 191–209.
- Gachter, S., Thoni, C., et Tyran, J.-R. (2006). Cournot Competition and Hit-and-Run Entry and Exit in a Teaching Experiment. *Journal of Economic Education*, Fall, 418-430.
- Gambetta, D. (1987). *Were They Pushed or Did They Jump? Individual Decision Mechanisms in Education*. Cambridge: The Cambridge University Press.
- Glass, G.V., McGraw, B., et Smith, M.L. (1981). *Meta-analysis in social research*. Beverly Hills, CA: Sage.
- Glomm, G., et Lagunoff, R. (1999). A Dynamic Tiebout Theory of Voluntary vs. Involuntary Provision of Public Goods. *Review of Economic Studies*, 66(3), 659-677.
- Hunter, J.E., Schmidt, F.L., et Jackson, G.B. (1982). *Meta-analysis: Cumulating research findings across studies*. Beverly Hills, CA: Sage.
- Kuhn, T.S. (1962). *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: University of Chicago Press.
- Martens, R.L., Gulikersw J., et Bastiaensw, T. (2004). The impact of intrinsic motivation on e-learning in authentic computer tasks. *Journal of Computer Assisted Learning*, 20, 368-376.
- Myerson, R. (2001). «Learning Game Theory from John Harsanyi », *Games and Economic Behavior*, 36, 20-25.
- Neumann, W.L. (1997). *Social Research Methods: Qualitative and Quantitative Approaches* (3rd Edition). Boston: Allyn and Bacon.
- Osborne, M.J., et Rubinstein, A. (1994). *A Course in Game Theory*. Cambridge, MA: The MIT Press.

- Rubinstein, A. (2006). Dilemma of an Economic Theorist. *Econometrica*, 74(4), 865–883.
- Savage, L.J. (1972). *The Foundations of Statistics (Second Revised Edition)*. New York: Dover.
- Schultze, R. (2004). *Meta-Analysis: A Comparison of Approaches*. Cambridge, MA: Hogrefe & Huber Publishers.
- Thomson, 1994
- Van Der Laan, G., et Tieman, X. (1998). Evolutionary Game Theory and the Modelling of Economic Behavior. *De Economist*, 146 (1), 59-89.
- von Neumann, J., et Morgenstern, O. (1944). *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- von Neumann, J., et Morgenstern, O. (2004). *Theory of Games and Economic Behavior (Sixtieth-Anniversary Edition)*. Princeton, NJ: Princeton University Press.