Université de Montréal
Département des Sciences Économiques
Faculté des Arts et Sciences

LE MODÈLE STATISTIQUE D'ÉQUILIBRE DU COMPORTEMENT DANS LES JEUX EXPERIMENTAUX: *APPLICATION AUX CONTRIBUTIONS VOLONTAIRES AUX BIENS PUBLICS*

Étudiante: **Valentina Simionescu**
Directeur de recherche: **Claude Montmarquette**

Table des matieres:

Sommaire:

Le principal objectif de ce travail est de trouver un moyen de vérifier si les résultats observés lors de jeux expérimentaux reflètent ou non les stratégies des joueurs.

Pour ce faire, on utilise la méthode du "Quantal Response"ou "Quantal Response Method" qui est présentée comme première partie du rapport.

La partie "Applications à des jeux experimentaux du Quantal Response Model" présente les études qui ont été faites sur ce sujet.

Dans la partie "L'étude de Goeree et Holt" on explique leur approche en donnant un exemple qui répresent une platforme pour le développment et l'amélioration des modèles du comportement aléatoire affecté par les gains propres.

Ensuite on s'intéresse à l "Application à un jeu expérimental du bien public". On explique l'expérience, on présente le modèle retenu. À la suite de quoi, les variables associées au modèle sont commentées et analysées en fonction des besoins de l'étude. L'analyse des résultats achève cette partie.

Enfin, pour terminer ce travail, à la partie "Conclusion"on résume les résultats trouvés dans la partie précédente et on offre des suggestions pour les recherches futures.

Introduction:

L'objectif de la présente recherche est de trouver un moyen de vérifier si les résultats observés lors de jeux expérimentaux reflètent des stratégies des joueurs ou s'ils reflètent des choix aléatoires. La théorie des jeux stipule que chacun des joueurs cherche à maximiser son utilité ou ses gains quelle que soit la façon dont ils sont mesurés. C'est l'hypothèse de la rationalité des agents.

En raison de l'interaction des décisions individuelles, il se peut très bien que la recherche individuelle du gain maximum conduise à une situation où les gains effectifs sont inférieurs à ceux qu'ils pourraient être, pour tous, si d'autres décisions avaient été prises.

Lors des expériences, les résultats observés sont souvent différents des prédictions théoriques. Une question essentielle se pose : "Pourquoi les gens choisissent-ils de coopérer?" Suivent-ils des stratégies ou font-ils des choix au hasard?

Plusieurs chercheurs ont proposé une méthodologie pour répondre à cette dernière question. Nous examinerons pour plusieurs jeux expérimentaux des applications de la méthode dite du "Quantal Response Model" developpée pour vérifier le caractère aléatoire ou stratégique des décisions individuelles dans ces jeux.

Par la suite, cette approche sera utilisée pour étudier les résultats d'une expérience sur les biens publics réalisée par Keser, Montmarquette, Rousseau (2002).

En guise de conclusion, suite à un résumé des résultats, on offrira quelques suggestions pour des recherches futures.

Méthode du "Quantal Response"

Le "Quantal Response Equilibrium" est un modèle statistique d'équilibre du comportement où les joueurs choisissent parmi les stratégies basées sur l'utilité attendue en supposant que les autres joueurs utilisent la même stratégie.

Le nom est emprunté de la littérature statistique sur les modèles discrets de choix de réponses rationnelles où les choix sont basés sur des variables latentes qui ne sont pas observés par l'économétrie.

Avant de définir le "Quantal Response Equilibrium" la présente recherche tentera d'expliquer la notion d'équilibre de Nash.

Dans les jeux, parmi toutes les combinaisons de stratégies possibles, il existe une stratégie où chaque joueur ne regrette pas son choix, car il le fait en anticipant correctement les choix des autres joueurs. Les théoriciens des jeux disent, de cette combinaison de stratégies, qu'elle est un équilibre de Nash. Le mot "équilibre "traduit l'idée que chacun est satisfait de sa décision vu le choix des autres-une satisfaction qui provient de ce que le joueur maximise son gain. Chacun maximisant son gain en prévoyant le choix des autres, un équilibre de Nash est donc une combinaison de stratégies (une par joueur) telle que chacune de ces stratégies est choisie en connaissant ce que feront les autres.

McKelvey et Palfrey (1994) ont défini le Quantal Response Equilibrium comme étant une version statistique de l'équilibre de Nash où l'utilité de chaque joueur pour chaque action, peut être le sujet d'une erreur aléatoire.

Une interprétation de cette théorie est que chaque joueur i calcule le profit attendu en considérant les erreurs causées par un processus aléatoire. Egalement, une interprétation alternative de cette même théorie stipule que les joueurs prévoient correctement non seulement des profits ordinaires, mais aussi des profits additionnels associés à des stratégies pures disponibles.

Ils ont considéré un jeu normal avec un nombre fini des personnes-n. Soit un ensemble N={1,..., n} de joueurs et chaque joueur i ∈ N a une stratégie $S_i = \{S_{i_1},\ldots,S_{i_{Ji}}\}$ qui inclut J_i stratégies pures.

Pour chaque i ∈ N, il y a une fonction de profit $u_i : S \to \Re$, où

$$S = \prod_{i \in N} S_i$$

Soit Δ_i = les probabilités mesurées sur S_i. Les éléments de Δ_i ont

la forme $p_i : S_i \to \Re$ où $\sum_{S_{ij} \in S_i} p_i(S_{ij}) = 1$ et $p_i(S_{ij}) \geq 0$ pour tout $S_{ij} \in S_i$.

On va utiliser la notation $p_{ij} = p_i(S_{ij})$. Alors Δ_i est isomorphe au simplex dimensionnel de J_i, $\Delta_i = \{p_i = (p_{i_1},\ldots,p_{i_{Ji}}) : \sum_j p_{ij} = 1, p_{ij} \geq 0\}$.

On pose $\Delta = \prod_{i \in N} \Delta_i$ et $J = \sum_{i \in N} J_i$.

Les points dans Δ sont indiques par $p = (p_{1,\ldots,}p_n)$ où $p_i = (p_{i_1},\ldots,p_{i_{J_i}}) \in \Delta_i$

Pour indiquer la stratégie on va utiliser une notation un peu abusive:

$p = (p_{i,}p_{-i})$, d'òu la notation (s_{ij}, p_{-i}) représente la stratégie où i adopte les stratégies pures s_{ij} et comme les autres joueurs adoptent leurs p.

D'après la règle $u_i(p) = \sum_{s \in S} p(s) u_i(s)$ où $p(s) = \prod_{i \in N} p_i(s_i)$, la fonction du profit est agrandie sur le domaine Δ.

Un vecteur $p = (p_1, \ldots, p_n) \in \Delta$ est un équilibre de Nash si pour tout $i \in N$

et pour tout $p_i^{'} \in \Delta_i, u_i(p_i^{'}, p_{-i}) \leq u_i(p)$.

Le $X_i = \Re^{J_i}$ représente l'espace des profits possibles pour les stratégies adoptées par le joueur i et $X = \prod_{i=1}^{n} X_i$.

On va définir $\bar{u}: \Delta \to X$ comme: $\bar{u}(p) = (\bar{u}_1(p), \ldots, \bar{u}_n(p))$ òu $\bar{u}_{ij}(p) = u_i(s_{ij}, p_{-i})$

Plus précisément, pour chaque i et chaque j $\in \{1, \ldots, J_i\}$ et pour n'importe quel p $\in \Delta$ on va définir :

$$\hat{u}_{ij}(p) = \bar{u}_{ij}(p) + \varepsilon_{ij}.$$

Le vecteur d'erreur du joueur i, $\varepsilon_i = (\varepsilon_{i_1}, \ldots, \varepsilon_{i_{Ji}})$ est distribué selon une distribution jointe avec la fonction de densité $f_i(\varepsilon_i)$.

La distribution marginale de f_i existe pour chaque ε_i et $E(\varepsilon_i) = 0$.

On va nommer $f = (f_1, \ldots, f_n)$ admissible si f_i satisfait les propriétés ci-dessus pour tout i.

L'hypothèse comportementale est que chaque joueur choisit une action j tel que $\hat{u}_{ij} \geq \hat{u}_{ik}$, $\forall\, k = 1, \ldots J_i$.

Si la règle de décision est:"i choisit l'action j si $\hat{u}_{ij}$ est maximal", alors pour n'importe quel $\bar{u}$ et f donnés ceci implique un excédent de distribution de probabilité des actions observées des joueurs, induites par la distribution de probabilité au-dessus du vecteur des erreurs d'observation.

Autrement dit, pour tout $\bar{u} = (\bar{u}_1, \ldots, \bar{u}_n)$ avec $\bar{u}_i \in \Re^{J_i}$ pour chaque i, on va définir l'ensemble de réponses ij, $R_{ij} \subset \Re^{J_i}$ comme :

$$R_{ij}(\bar{u}_i) = \{\varepsilon_i \in \Re^{J_i}, \bar{u}_{ij} + \varepsilon_{ij} \geq \bar{u}_{ik} + \varepsilon_{ik}, \forall k = 1, \ldots, J_i\}$$

Etant donné p, chaque série $R_{ij}(\bar{u}_i(p))$ représente la région des erreurs où

i choisit l'action j.

Finalement, on trouve l'expression $\sigma_{ij}(\bar{u}_i) = \int_{R_{ij}(\bar{u}_i)} f(\varepsilon)d\varepsilon$ qui est égale à la probabilité que le joueur i choisisse la stratégie j en donnant $\bar{u}$.

Alors, on va définir pour tout f admissible et pour n'importe quel jeu

$\Gamma = (N, S, u)$ le "Quantal Response Equilibrium"comme le vecteur $\pi \in \Delta$

tel que $\Pi_{ij} = \int_{R_{ij}(\bar{u}_i)} f(\varepsilon)d\varepsilon$, òu $\bar{u} = \bar{u}(\Pi)$.

En conclusion si on a $\Gamma = (N, S, u)$ un jeu sous la forme normale avec f admissible, le "Quantal Response Equilibrium"est tout $\Pi \in \Delta$ tel que pour $\forall\, i \in N, 1 \leq j \leq J_i$,

$$\Pi_{ij} = \sigma_{ij}(\bar{u}_i(\Pi))$$

On va nommer $\sigma_i : \Re^{J_i} \rightarrow \Delta^{J_i}$ la fonction statistique de réponse du joueur i (ou Quantal Réponse Function).

Du point de vue économétrique, le modèle qui correspond au "Quantal Response Function" est le modèle de logit dans lequel la probabilité P_i de choisir une action parmi un ensemble "m" d'options possibles est proportionnelle à une fonction exponentielle des profits prévus associés :

$$P_i = \frac{\exp(\pi_j^e / \mu)}{\sum_{j=1,\ldots m} \exp(\pi_j^e / \mu)}, i = 1, \ldots. n,$$

où la somme dans le dénominateur assure que la somme des probabilités est 1. Le paramètre d'erreur, μ, détermine à quel point les probabilités P_i sont sensibles aux différences de profit.

Si $\mu \rightarrow \infty$, les arguments des fonctions exponentielles vont à 0, et les probabilités vont à $1/\mu$, indépendemment des profits associés.

Ainsi un μ élevé signale des décisions aléatoires plutôt que stratégiques.

En revanche, si μ a une faible valeur, les décisions indiquent que les participants sont sensibles aux différences de profit.

Par conséquent, cette méthode permet de distinguer le comportement stratégique du comportement complètement aléatoire présentés comme cas limites.

Applications à des jeux experimentaux du "Quantal Response Model"

Depuis Van Damme (1987) un certain nombre des modèles du comportement rationnel sont associés au "Quantal Response Equilibrium".

Gary Bolton (1991) a présenté le modèle à gain comparatif (comparative payoff model) où l'utilité d'un joueur est croissante dans le gain monetaire et dans le gain relatif.

L'effet attendu du gain relatif est asymétrique:quand le rapport entre le gain d'un joueur et celui d'un autre joueur est inférieur à l'utilité du joueur est croissante dans ce rapport, alors qu'elle est indépendante de ce rapport autrement. Ce modèle fournit une explication théorique pour les "contre-offres désavantageuses" c'est-à-dire que les contre-propositions du répondant ont pour conséquence des gains monétaires inférieurs à l'offre rejetée.

En effet, un tel comportement peut faire partie d'un équilibre de sous-jeu parfait quand la contre-proposition a comme conséquence un profit relatif suffisamment plus élevé pour le répondant.

Dans un sous-jeu avec un équilibre parfait de Nash, la quantité R qui demeure après un rejet est ce que le premier joueur devrait offrir au deuxième joueur, puisque le deuxième joueur acceptera l'offre et le jeu sera terminé.

Par conséquent, les offres de Nash seront parfaitement corrélées avec R.

Roth (1995) a prouvé dans une expérience que la corrélation est généralement positive, mais non parfaite: les proposants offrent des montants substantiels même quand R est près de 0 et ils n'offrent pas un montant proche de la totalité de la tarte quand R égale la quantité originelle à partager.

Une explication possible est que les participants sont, dans une certaine mesure, préoccupés par les gains relatifs. Ainsi les proposants évitent de proposer des grandes fractions sachant que les répondants peuvent les rejeter (si elles sont défavorables pour eux) même quand ces fractions sont conformes aux prévisions d'un équilibre.

Une explication alternative de la corrélation moins que parfaite entre l'offre initiale et la partie de R restante est que les facteurs non-observés et le " bruit" peuvent rendre la réaction d'un joueur difficile à prévoir puisque ce dernier qui est presque indifférent au fait d'accepter ou de rejeter une petite offre. Le"bruit" dans la prise de décision, réduirait la corrélation entre l'offre initiale et la quantité R qui reste dans la deuxième étape, ce qui pourrait fournir une autre interpretation des données.

Ce résultat s'observe dans les modèles des jeux de négociation à deux étapes.

Nous allons illustrer l'approche avec un étude plus exhaustive de Jacob Goeree et Charles Holt.

Jacob Goeree et Charles Holt présentent les jeux de négociation à deux étapes avec des offres alternatives. Dans ces jeux, la quantité de la tarte qui reste après un rejet est ce que le premier joueur devrait offrir au deuxième joueur, puisque le deuxième peut accepter l'offre et le jeu en sera à son étape finale.

Les considérations de situations équitables vont réduire la corrélation entre les offres de la première étape et la taille de la tarte qui reste, mais l'aspect aléatoire dans le comportement aura le même effet.

Cet article rapporte une expérience conçue pour séparer ces considérations en introduisant des paiements fixes asymétriques à chaque joueur.

Ces dotations n'affectent pas la corrélation positive parfaite entre les offres initiales de Nash et la tarte qui reste, mais elles sont choisies pour induire un rapport parfaitement négatif entre la dimension restante de la tarte et l'offre de la première étape qui va égaliser les revenues finaux des deux joueurs.

Ce rapport négatif est évident dans les données, ce qui suggère l'importance des considérations de situations équitables.

Dans un jeu standard de négociation d'offres alternatives un joueur propose une division d'un montant d'argent que l'autre joueur peut accepter ou rejeter. Si l'offre du proposant est rejetée, alors la quantité à diviser est réduite à un certain niveau indiqué par R et le répondant fait une contre-proposition de façon à fractionner ce résiduel.

Les revenues pour les deux joueurs sont zéro si la contre-proposition est rejetée.

Par conséquent, les offres de Nash seront parfaitement corrélées avec R.

L'étude de Goerre et Holt:

L' approche de Jacob Goeree et Charles Holt a pour but d'introduire les paiements fixes asymétriques ce qui accentuent les écarts de revenues dans un équilibre parfait d'un sous jeux de Nash.

Les données résultantes fournissent une plateforme pour le développement et l'amélioration des modèles du comportement aléatoire qui est affecté par des considérations de gains propres.

Ils ont fait un jeu de négociation à deux étapes qui implique une tarte de la taille de $2, 40 dans tous les traitements qui sont paramétrisés par la quantité de la tarte restante.

Chaque joueur reçoit un paiement fixe additionnel qui est indépendant des résultats de négociation et par conséquent, il n'a aucun effet sur la prévision parfaite d'un sous-jeu de Nash.

Les paiements fixes pour le proposant initial et le répondant dépendent du traitement comme on voit dans le tableau 1 présenté en Annexe 1.

Nous pouvons voir que le paiement pour le répondant (dans la rangée inférieure) est égal au reste R (dans la rangée supérieure) plus une constante de 25 cents.

Alors à l'équilibre, le proposant a besoin seulement d'offrir une quantité R au répondant à l'équilibre, ainsi ce dernier gagne un petit montant fixe, plus exactement dans les traitements pour lesquels le répondant a des faibles gains dans l'équilibre de Nash de sous- jeu parfait.

Les paiements fixes dans le tableau 1 ont été choisis de sorte que les mêmes gains finaux exigent un rapport négatif parfait entre la fraction restante de la tarte et l'offre de la première étape. Par exemple, quand R=0, les paiements fixes sont $2,65 pour le proposant et de $0,25 pour le répondant, ainsi l'offre qui égalise les revenus est de $2,40.

Si R est grand, le paiement fixe au répondant est grand et une offre faible égalise les gains.

Pour être plus explicite on va expliquer le jeu en détail, en prenant un exemple.

Si le proposant fait une offre au répondant entre 0$ et 2,40$, on suppose que l'offre est de 1$, le répondant a 2 choix:

1) il peut accepter l'offre, alors c'est la fin du jeu (le proposant gagne 1,40$ plus le paiement fixe qui est de 1,85$ et le répondant gagnera 1$ plus le paiement fixe qui est 1,05$)

2) il peut refuser l'offre et il fait une contre-proposition (une contre-offre) qui doivent être entre 0 et un certain R, on suppose que R=0,80$. Alors on choisit la contre-offre 0,30 $. À son tour, le proposant a 2 choix:

3) le proposant peut accepter la contre-offre et il gagnera 0,30$ plus le paiement fixe de 1,85$ et le répondant gagnera 0,50$ plus le paiement fix de 1,05$.

4) le proposant n'accepte pas la contre-offre et alors il lui reste seulement le paiement fixe de 1,85$ et le répondant aura le paiement fixe de 1,05$.

Pour récapituler, la prévision parfaite dans le sous jeux de Nash implique une corrélation positive parfaite entre les offres initiales et le R, alors l'égalisation des gains finaux va produire une corrélation négative parfaite.

Nous pouvons la voir dans la figure 1 présenté en Annexe 2, la moyenne des offres de la première période avec la fraction de la tarte restante sur l'axe horizontal et l'offre du proposant (comme fraction de $ 2,40) sur l'axe vertical.

Une première caractéristique des données est l'abondance des fractions égales quand les paiements fixes pour les proposants et les répondants sont identiques et quand la fraction de la tarte restante est une demi. Ceci n'est pas étonnant puisque l'offre d'équilibre de Nash de $ 1,20 coincide avec un résultat "juste" avec des gains finaux égaux pour les proposants et les répondants.

La caractéristique la plus prononcé dans la figure 1 est l'inversion dans le rapport prévu d'équilibre entre la taille de la tarte restante et l'offre faite.

De plus figure 1 prouve qu'avec les paiements fixes asymétriques qui exagèrent la position dés (avantageuse) du proposant, les offres initiales diminuent avec la taille de la tarte restante. Cet effet de paiement fixe indique que les considérations (stratégiques) de situations équitables jouent un rôle important.

Etant donné la prédominance des propositions "justes" qui tendent à égaliser les revenus, il n'est pas étonnant qu'un pourcentage assez elevé (75%) des propositions initiales ont été acceptées.

Application à un jeu expérimental du bien public

1. L'expérience

Les sujets ont été sélectionnés de manière aléatoire à partir d'une banque de sujets composée des nouveaux et des anciens participants parmi les participants aux expériences du CIRANO et des Laboratoires Universitaires Bell (LUB).

Les participants aux expériences du CIRANO et des Laboratoires Universitaires Bell (LUB), sont sélectionnés de manière aléatoire à partir d'une banque de sujets composée de nouveaux et d'anciens participants. La banque de sujets regroupe principalement des étudiants. Ceux-ci proviennent en majorité de l'Université de Montréal et de l'Université McGill. Ils sont recrutés via la page Internet du département des Sciences économiques de l'Université de Montréal, la page Internet du CIRANO et des annonces publiques faites par des étudiants gradués dans des classes d'étudiants au baccalauréat. Lors du recrutement, les candidats ont comme seule information que les expériences sont payantes, que les gains moyens sont de l'ordre de 15$ de l'heure et que les conditions d'admissibilités sont une bonne compréhension du français et du fonctionnement d'un ordinateur (souris, clavier, etc.). On leur indique aussi que leurs gains lors d'une expérience dépendent de leurs décisions.

Lorsqu'ils sont invités à participer à une série d'expériences, les sujets ont la possibilité de choisir une date d'expérimentation qui leur convient parmi plusieurs. Ceci permet d'assurer un plus haut taux de réponses positives.

Le jour de l'expérience, les participants sont accueillis par quelqu'un qui ne participe pas à la recherche. Ils pigent un numéro qui leur indique le numéro de leur ordinateur pour l'expérience. Ils procèdent alors individuellement dans une pièce ou on leur explique qu'en plus des gains qu'ils réalisent au cours de l'expérience, ils reçoivent un montant additionnel. Dans les expériences du CIRANO et du LUB, ce montant additionnel peut leur être versé sous deux formes. Ils peuvent le recevoir sous la forme d'un billet de 5$ mais, ils ont aussi la possibilité de participer à une loterie pour laquelle ils ont une chance sur deux de gagner 11$. Les espérances de gains de ces deux alternatives n'étant pas équivalentes, cette procédure permet de contrôler l'aversion au risque des participants.

Ils se dirigent ensuite au laboratoire ou les instructions leur sont lues. L'expérience commence toujours par un questionnaire de compréhension des instructions. Celui-ci doit être complété avec succès par tous les participants avant de débuter l'expérience. Cette étape permet de contrôler l'incompréhension dans les décisions des participants; celle-ci nuisant à l'interprétation des résultats.

Après l'expérience, les participants sont invités à remplir un questionnaire numérisé sur leur âge, leur sexe, leur niveau et leur domaine d'étude, leur université, ainsi que leur expérience préalable à de telle expérience. Ils remplissent aussi, à la fin de la séance, un questionnaire papier dans lequel ils répondent à des questions précises concernant l'expérience qui vient de se dérouler. Ce questionnaire permet d'amasser des informations sur leurs stratégies et sur ce qu'ils ont compris du jeu.

Pendant l'expérience, les gains et pertes des participants sont calculés en UME, unités de monnaie expérimentale. Ces UME sont convertis à l'aide d'un taux de conversion indiqué aux joueurs avant même le début de l'expérience. Ils constituent la paye en argent réel remise aux joueurs.

En tout, 210 participants ont participé à cette recherche dans laquelle on leur demande de prendre des décisions. Au cours de cette expérience ils peuvent gagner de l'argent. Le montant de leurs gains dépend de leurs décisions et de celles des autres participants.

Chaque participant prend ses décisions individuellement devant son ordinateur.

La communication entre participants est interdite.

Dans l'expérience, les participants forment des groupes de 3 personnes. L'expérience comporte 2 séquences de 20 périodes. Ils demeurent membre du même groupe durant la première séquence de 20 périodes. Mais, avant la deuxième séquence de 20 périodes, d'autres groupes de trois personnes seront formés aléatoirement. Chaque période est indépendante et les participants doivent prendre une décision sur les éléments suivants.

Ils disposent de 100 jetons qui peuvent être investis sur deux alternatives X ou Y, mais on leurs demande d'investir un minimum de 21 jetons sur Y. X et Y rapportent un rendement mesuré en unité de monnaie expérimentale (UME).

Le rendement sur X est privé et ne dépend que du nombre de jetons que chacun investit sur X. 0 jeton investi sur X implique 0 rendement. Le rendement de chaque jeton investi sur X est déterminé par le tableau 2. Le rendement du premier jeton investi sur X rapporte 100 UME. Le rendement du deuxième jeton investi sur X rapporte 99 UME. .

Chaque jeton additionnel investi sur X rapporte un rendement plus faible que les précédents comme l'indique les 2 ième et 5 ième colonnes du tableau. Le rendement cumulatif pour l'ensemble des jetons investis sur X est donné dans les 3ième et 6ième colonnes du tableau.

Le rendement sur Y est collectif. Chaque jeton investi par chaque joueur sur Y rapporte également à chacun des 3 membres de chaque groupe un rendement de 22 UME. En d'autres termes, chaque jeton investi sur Y par n'importe quel membre du groupe rapporte un rendement de 22 UME. Le rendement sur Y est donc 22 fois la somme des jetons investis sur Y par le groupe.

Dans la fenêtre de décision affichée sur l'écran de l' ordinateur, chacun tape le nombre (entier) de jetons qu'il investit sur X et le nombre de jetons qu'il investit sur Y. S'il n'investit aucun jeton sur X, il tape 0. S'il investit moins que 21 jetons sur Y, un message lui rappellera qu'il doit investir ce minimum et il sera invité à refaire son choix. La somme des jetons investis sur X et Y doit être égale à 100. La décision se confirme en cliquant sur l'énoncé " soumettre " affiché à l'écran. À chaque période, le gain est la somme des rendements sur X et Y. Le gain total est la somme des rendements sur toutes les 20 périodes d'une séquence. Chacun des joueurs sera payé sur le gain total d'une seule des 2 séquences de 20 périodes. La séquence retenue sera tirée au hasard à l'aide d'une pièce. Cette somme finale sera convertie en $ canadiens par un taux de conversion de 1$ par 11000 UME. les participants seront payé individuellement à la fin de l'expérience. Au moment où ils prennent leur décision (sauf pour la première période), les joueurs sont informé du résultat des périodes précédentes, c'est-à-dire, leur investissement sur X, leur investissement sur Y, l'investissement total de chaque groupe sur Y, leur rendement sur X et leur rendement sur Y, leur rendement total et leur gains cumulés jusqu'à présent. À la fin de chaque période, lorsque tous les participants ont pris leur décision, ces informations sont données pour la période qui vient de s'écouler. En appuyant sur la touche « continuer », ils passent à la période suivante. Avant de débuter l'expérience, ont leur pose quelques questions de compréhension sur les instructions. Pour poursuivre, tous doivent avoir répondu correctement à toutes les questions.

Ensuite, les participants sont priés de bien vouloir fournir des renseignements concernant leur âge, sexe, niveau et discipline d'études, l'université ou l'école fréquentée et si ils ont déjà ou non participé à une expérience.

Ils sont encouragés à prendre quelques minutes pour relire les instructions et ensuite ils seront invités à prendre place à leur ordinateur.

2. Le modèle

Le modèle retenu appliqué à l'expérience précédente est relié aux études de Bolton (1991) et Fehr et Schmidt (1999).

Nous voulons démontrer qu'une modification du modèle comparatif de Bolton (1991) qui prend en considération les erreurs de décision logit va décrire mieux les données.

Fehr et Schmidt (1999) ont fait un modèle, pour 2 joueurs, qui tient compte d'équité dans les fonctions d'utilité des joueurs:

$$U_i(\pi_i,\pi_j) = \pi_i - \alpha_i \max(\pi_j - \pi_i,0) - \beta_i \max(\pi_i - \pi_j,0)$$

où π_i=le profit monétaire du joueur i et $0 \leq \beta_i \leq 1$

π_j=le profit monétaire du joueur j

L'hypothèse est que cette aversion à l'inégalité est asymétrique:

$$\alpha_i \geq \beta_i,$$

c'est-à-dire un joueur souffre plus à cause de l'inégalité désavantageuse.

Dans leur approche Fehr et Schmidt ont fait l'analyse pour 2 joueurs, mais nous voulons faire pour des groupes constitués de 3 joueurs.

Nous avons considéré comme variable dépendante la variable Nash et comme variables indépendante: age, sexef, acad_mat, particip, loterie, pde1, last, experien, diffpos_1, diffneg_1, gains_1.

La variable dépendante Nash est une variable binaire:

$$\underset{(y=21,\ 22)}{\text{Nash}} = \begin{cases} 0 \text{ si autre} \\ 1 \text{ si Nash} \end{cases}$$

où: l'équilibre de Nash pour un joueur consiste à faire une contribution de 21 ou 22 jetons.

L'équilibre de Nash correspond à la situation où l'action de chaque joueur constitue la meilleure réponse aux réactions des autres joueurs du groupe. Si un joueur constate que ses coéquipiers ne contribuent pas sur Y, il est fort probable qu'il va chercher à les pénaliser en contribuant 0 jetons sur Y.

Les caracteristiques socio-économiques des individus participants à l'éxperience ont été données par les variables suivantes:âge, sexef, acad_mat, particip, loterie, pde1, last, experien où:

- âge = l'âge du participant

- sexef = femme

- acad_mat = études avec math

- particip = déjà participé à l'éxperience

- loterie = loterie

- pde1 = prémière période du jeu

- last = dernière période du jeu

- experien = sujet experimenté

Toutes ces variables (avec une seule exception) sont des variables binaires:

$$1)\ \text{sexef} = \begin{cases} 0 \text{ si homme} \\ 1 \text{ si femme} \end{cases}$$

$$2)\ \text{acad\_mat} = \begin{cases} 0 \text{ études avec math} \\ 1 \text{ études sans math} \end{cases}$$

$$3)\ \text{particip} = \begin{cases} 0 \text{ jamais participé} \\ 1 \text{ déjà participle} \end{cases}$$

$$4)\ \text{loterie} = \begin{cases} 0 \text{ argent, si le participant choissit d'accepter au debut de l'éxperience 5\\$} \\ 1 \text{ loterie s'il decide de participer à la fin du jeu à une loterie pour laquelle} \\ \text{il a une chance sur deux de gagner 11\\$} \end{cases}$$

$$5)\ \text{pde1} = \begin{cases} 0 \text{ autre} \\ 1 \text{ prémière période} \end{cases}$$

$$6)\ \text{last} = \begin{cases} 0 \text{ autre} \\ 1 \text{ dernière période} \end{cases}$$

$$7)\ \text{experien} = \begin{cases} 0 \text{ prémière session (période<21)} \\ 1 \text{ deuxième session (période>20)} \end{cases}$$

3. Résultats

Compte tenu des résultats des estimations les intérpretations suivantes peuvent être faites (entre parenthèses on a le coefficient estimé).

- le coefficient estimé d'âge (-.0476587) indique que plus le sujet expérimental est âgé, moindre est la probabilité qu'il joue un équilibre de Nash.

- le coefficient estimé de sexef (-.2973804) nous indique que les femmes choisiront moins l'équilibre de Nash que les hommes.,

- le coefficient estimé d'acad_mat (.3673412) indique que les étudiants dans les disciplines scientifiques ont plus de chance de jouer Nash que les autres.

- le coefficient estimé de particip (.1550614) indique que si les gens ont participé à des éxperiences dans leur passé, leur probabilité de jouer un équilibre de Nash est élévée.

- le coefficient estimé de pde1 (-.4062921) a un signe négatif et il est très significatif et le coefficient estimé de last (.5926035) a un signe positif. Donc, la probabilité qu'un joueur joue l'équilibre de Nash diminue à la premierè période du jeu et augmente à la fin du jeu.

Les variables dont les données sont générées par l'expérience (variables d'expérience) sont: gains, diffpos, diffneg

où: gains = les gains des participants données par la formule suivante :

$$\pi_i(x_i, \sum_{j=1}^{3} y_j) = 100.5x - 0.5x^2 - 22\sum_{j=1}^{3} y_j$$

d'où:

$$gains = 100.5x + 0.5x^2 - 22totaly$$

$$gainstotalx = 100.5totalx - 0.5(totalx)^2 + 3 \times 22totaly$$

Comme chaque groupe est constitué de 3 joueurs, pour construire les diffpos, diffneg nous construirons la moyenne des gains des autres :

gainsotheravg = gainstotalx - gains

diffpos = max ((gainsotheravg - gains), 0)

diffneg = max ((gains - gainsotheravg), 0)

diff = la difference du gain d'un joueur consideré et la moyenne de ceux des deux autres

$$\text{d' où: diffpos} = \begin{cases} 0 \text{ si diff est positive} \\ \text{diff sinon} \end{cases}$$

Autrement dit diffpos est le maximum entre diff et 0.

$$\text{diffneg} = \begin{cases} 0 \text{ si diff est negative} \\ \text{diff sinon} \end{cases}$$

Autrement dit diffneg est le minimum entre diff et 0.

Avec les coéfficients du tableau 2 présenté en Annexe 1, nous pouvons calculer le coéfficient μ, qui nous intéresse:

$$\mu_{gains\_1} = \frac{1}{\beta_{gains\_1}}$$

Pour ce faire on va transformer y=3x en y= (3*11000) (x/11000). Donc, la transformation reste linéaire, on préserve la relation entre y et x.

Ainsi, si on divise les gains en UME par 11000 pour avoir des $, on doit multiplier le β par 11000. Donc, avec un β 11000 fois plus grand, on va avoir un μ 11000 plus petit, qui se rapproche de zero, ce qui est vrai: μ_{gains_1}= 0.173, alors les joueurs seront sensibles aux différences de profit, c'est-à -dire leurs choix vont suivre toujours des stratégies.

En faisant les estimations (en utilisant les unités monétaires expérimentaux et le dollar canadien, respectivement) on observe que le résultat est le même si on fait seulement la multiplication du coefficient des gains par 11000.

On observe aussi que $\mu_{diffpos\_1} \rangle \mu_{diffneg\_1}$ ce qui vérifie qu'un participant souffre plus à cause des iniquités envers lui qu'envers les autres.

Pour les coefficients estimés de diffpos_1, diffneg_1, gains_1 comme anticipés les signes dans les deux estimations ne change pas, mais uniquement leurs valeurs.

Conclusion

Les jeux expérimentaux sont utilisés depuis longtemps en sciences sociales. Ils ont un rôle essentiel dans les sciences pures, parce qu'ils procurent plusieurs avantages par rapport aux autres méthodes de cueillette de données. Les expériences nous permettent d'observer les décisions des gens et de mesurer directement leur comportement dans un environment controlé. Dans la littérature il y a de nombreuses études concernant le comportement des participants aux jeux expérimentaux. L'objectif de ce travail a été de vérifier si les résultats observés lors des expériences reflètent des stratégies des joueurs ou s'ils reflètent des choix aléatoires. On s'est demandé quel est le "vrai" comportement rationnel, mais on a trouvé qu'il n'y a pas de réponse simple à cette question parce que les attentes ont un rôle essentiel dans les décisions prises par des individus rationnels- ils vont se poser toujours la question:"Que vont faire les autres?"En utilisant la méthode du Quantal Response on a trouvé la valeur de μ, le paramètre d'erreur, étant très petite, alors on a conclu que lors des jeux expérimentaux les joueurs suivent toujours des stratégies bien précises:plus ils vont gagner, plus ils vont continuer à jouer Nash. Pour les recherches futures, on a une suggestion concernant l'unité de mesure pour le μ. Si nous n'utilisons pas le taux de conversion (1$=11000 UME), la valeur du μ_{gains_1} va être très grande, ce qui peut changer significativement le résultat de l'étude.

Annexe 1

Tableau 1. Les paramètres pour les 7 jeux de négociation

La taille de la tarte restante (R)	0	0.4	0.8	1.2	1.6	2	2.4
Le paiement fixe pour le proposant initial	2.65	2.25	1.85	1.45	1.05	0.65	0.25
Le paiement fixe pour le repondant initial	0.25	0.65	1.05	1.45	1.85	2.25	2.65

Tabl. 2

Rendement sur X					
Jeton	Rendement de ce jeton (en UME)	Rendement Cumulatif (en UME)	Jeton	Rendement de ce jeton (en UME)	Rendement Cumulatif (en UME)
1	2	3	4	5	6
1e	100	100	51e	50	3825
2e	99	199	52e	49	3874
3e	98	297	53e	48	3922
4e	97	394	54e	47	3969
5e	96	490	55e	46	4015
6e	95	585	56e	45	4060
7e	94	679	57e	44	4104
8e	93	772	58e	43	4147
9e	92	864	59e	42	4189
10e	91	955	60e	41	4230
11e	90	1045	61e	40	4270
12e	89	1134	62e	39	4309
13e	88	1222	63e	38	4347
14e	87	1309	64e	37	4384
15e	86	1395	65e	36	4420
16e	85	1480	66e	35	4455
17e	84	1564	67e	34	4489
18e	83	1647	68e	33	4522
19e	82	1729	69e	32	4554
20e	81	1810	70e	31	4585
21e	80	1890	71e	30	4615
22e	79	1969	72e	29	4644
23e	78	2047	73e	28	4672
24e	77	2124	74e	27	4699
25e	76	2200	75e	26	4725
26e	75	2275	76e	25	4750
27e	74	2349	77e	24	4774
28e	73	2422	78e	23	4797
29e	72	2494	79e	22	4819
30e	71	2565	80e	21	4840
31e	70	2635	81e	20	4860
32e	69	2704	82e	19	4879
33e	68	2772	83e	18	4897
34e	67	2839	84e	17	4914
35e	66	2905	85e	16	4930
36e	65	2970	86e	15	4945
37e	64	3034	87e	14	4959
38e	63	3097	88e	13	4972
39e	62	3159	89e	12	4984
40e	61	3220	90e	11	4995
41e	60	3280	91e	10	5005
42e	59	3339	92e	9	5014
43e	58	3397	93e	8	5022
44e	57	3454	94e	7	5029
45e	56	3510	95e	6	5035
46e	55	3565	96e	5	5040
47e	54	3619	97e	4	5044
48e	53	3672	98e	3	5047
49e	52	3724	99e	2	5049
50e	51	3775	100e	1	5050

Tableau 3. Régression de la variable Nash sur les variables indépendantes (UME)

Logit estimates	Number of obs=8399
	LR chi2 (11)=815.54
	Prob>chi=0.0000

Log likelihood=-4517.9217		Pseudo R2=0.0828		
Nash	Coef.	Std.Err.	z	P>|z|
age	-0.0476587	0.0054686	-8.71	0
sexef	-0.2973804	0.0548162	-5.43	0
acad_mat	0.3673412	0.0581385	6.32	0
particip	0.1550614	0.0536716	2.89	0.004
loterie	0.3816866	0.0548418	6.96	0
pde1	-0.4062921	0.1221685	-3.33	0.001
last	0.5926035	0.1071236	5.53	0
experien	0.0671659	0.051821	1.3	0.195
diffpos_1	0	0.0000145	0.05	0.96
diffneg_1	-0.000075	0.000009	-7.9	0
gains_1	0.0005252	0.0000723	7.26	0
_cons	-1.244857	0.2650094	-4.7	0

Tableau 4. Régression de la variable Nash sur les variables indépendantes

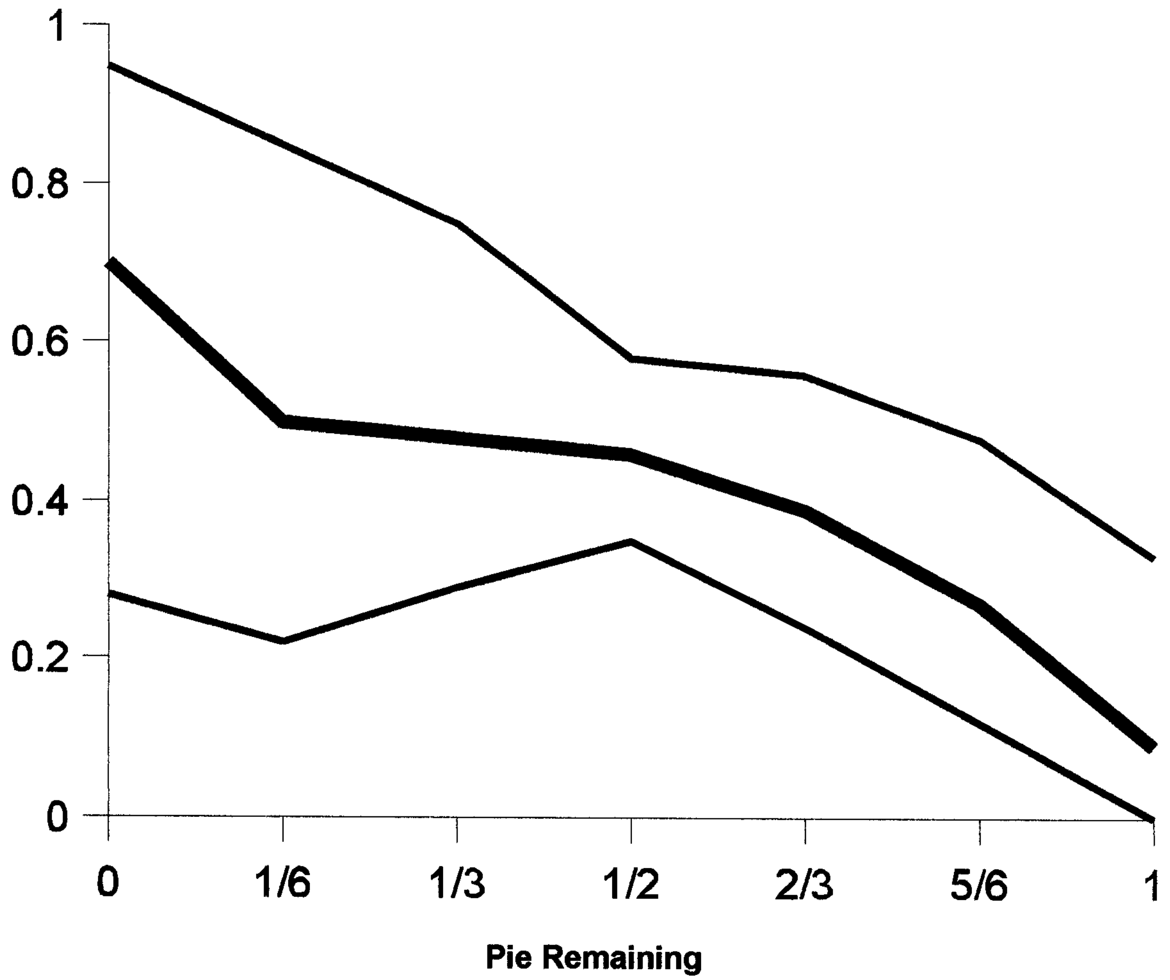
(DOLLAR CANADIEN)

Logit estimates	Number of obs=8399
	LR chi2 (11)=815.54
	Prob>chi=0.0000

Log likelihood=-4517.9217		Pseudo R2=0.0828		
Nash	Coef.	Std.Err.	z	P>|z|
age	-0.0476587	0.0054686	-8.71	0
sexef	-0.2973804	0.0548162	-5.43	0
acad_mat	0.3673412	0.0581386	6.32	0
particip	0.1550614	0.0536717	2.89	0.004
loterie	0.3816866	0.0548418	6.96	0
pde1	-0.4062921	0.1221686	-3.33	0.001
last	0.5926035	0.1071236	5.53	0
experien	0.0671659	0.051821	1.3	0.195
diffpos_1	0.0080349	0.1594833	0.05	0.96
diffneg_1	-0.8232214	0.1041649	-7.9	0
gains_1	5.776846	0.7954159	7.26	0
_cons	-1.244856	0.2650106	-4.7	0

Annexe 2

Fig. 1 Average first-stage offers (dark line) and standard deviations (thin lines)



J. K. Goeree, C. A. Holt/European Economic Review 44 (2000)

Bibliographie:

1. Bolton, G. E. (1991) - "A comparative model of bargaining: Theory and evidence. "*American Economic Review 81, 1096-1136*

2. Fehr, E., Schmidt, K. M. (1999) - "A theory of fairness, competition and cooperation" *Quartely Journal of Economics,* à paraître

3. Goeree, Jacob K. and Charles A. Holt (1996)- "Asymmetric Inequality Aversion and Noisy Behavior in Alternating - Offer Bargaining Games", *forthcoming in the European Economy Review, 1079-1089*

4. Goeree, Jacob K. and Charles A. Holt (1999)- "Stochastic game theory: for playing games, not just for doing theory" *working paper, University of Virginia, 6-10*

5. Keser, Claudia, Montmarquette, Claude and Rousseau J. B. (2002) - "Déterminants des contributions volontaires aux biens publics", *présenté* à *l'Economic Science Association, Boston*

6. McKelvey, Richard D. and Thomas R. Palfrey (1994) - "Quantal Response Equilibria for Normal Form Games", *Journal of Economic Literature, 6-84*

7. McKelvey, Richard D. and Thomas R. Palfrey (1996)-"A Statistical Theory of equilibrium in games", *The Japanese Economic Review, vol 47, nr. 2, 186-209*

8. McKelvey, Richard D. and Thomas R. Palfrey (1998)-"Quantal Response Equilibria in Extensive Form Games", *Experimental Economics, 1 (1), 9-41*

9. Rousseau, Jean B. (2002) -"Déterminants des contributions volontaires aux biens publics. Nouveaux résultats expérimentaux", *Mémoire de maîtrise, Département des Sciences Économiques, Université de Montréal*