

Risque relatif et sélection d'équilibre dans un jeu de coordination : une analyse expérimentale

Dimitri Dubois^{1*}, Phu Nguyen² Van, Marc Willinger¹

Résumé :

Nous comparons les résultats expérimentaux de trois jeux de coordination de type "chasse au cerf" (stag-hunt). Contrairement à Battalio et al. (2001), notre protocole permet de maintenir constant le risque relatif des deux stratégies lorsqu'on augmente la prime d'optimisation. De plus, ce protocole permet de tester l'effet d'un accroissement du risque relatif des deux stratégies, pour une prime d'optimisation constante. Nos résultats montrent que dans ce dernier cas, la fréquence du choix de la stratégie dominante en termes de paiements décroît fortement, alors que cette fréquence n'est pas affectée par un accroissement de la prime d'optimisation toutes choses égales par ailleurs. Cependant, nos résultats confirment ceux de Battalio et al. sur le fait qu'un accroissement de la prime d'optimisation favorise l'adoption de la meilleure réponse plus fréquemment et accroît la sensibilité à l'historique du jeu.

Abstract :

We compare the experimental results of three stag-hunt games. In contrast to Battalio et al. (2001), our design keeps the *relative riskiness* of the two strategies at a constant level as the optimisation premium is increased. Furthermore, we also test the effect of an increase of the relative riskiness of the two strategies, when the optimization premium remains constant. Our results show that in the latter case, the frequency of the payoff-dominant strategy drops sharply, while in the former case the frequency of the payoff-dominant strategy is unaffected. However, we confirm the earlier findings of Battalio et al. that an increase of the optimisation premium, all things equal, favours best response and sensitivity to the payoff-history.

Mots-clés: coordination, sélection d'équilibre, expériences.

Remerciements : Nous tenons à remercier sincèrement Stéphane Bertrand et Kene Boun My (Université de Strasbourg, Bureau d'Economie Théorique et Appliquée) pour le programme informatique et leur assistance durant la réalisation des expériences.

JEL classification : C72, C92, D81.

1. Laboratoire Montpellierain d'Economie Théorique et Appliquée, Université de Montpellier 1, Dimitri.dubois@lameta.univ-montpl.fr, marc.willinger@lameta.univ-montpl.fr
2. Bureau d'Economie Théorique et Appliquée, Université Louis Pasteur, Strasbourg, nvph@cournot.univ-strasbg.fr

* Auteur assurant la correspondance

1. Introduction

Dans de nombreuses situations économiques les gains des agents dépendent de leur aptitude à coordonner leurs actions. La manière dont ils aboutissent à un tel résultat, en l'absence d'un mécanisme explicite de coordination ou de communication, reste un mystère. Dans les jeux de coordination pure, où les actions ne se distinguent entre elles que par leur "label", Schelling (1960) montre que la "saillance" des actions permet aux agents de se coordonner par la focalisation de leurs choix. Metha et al. (1994) ont montré la pertinence empirique de cette hypothèse à partir de nombreux exemples. Très souvent, les actions peuvent être distinguées sur la base des profils de paiements. Les jeux de type "stag hunt", que nous traduisons par "chasse au cerf", appartiennent à cette catégorie. Ce nom provient de la situation suivante : deux chasseurs ont le choix, chacun, de chasser le cerf ou le lièvre. Le jeu possède deux équilibres en stratégies pures pour lesquels les deux chasseurs traquent le même gibier. En chassant le lièvre, un chasseur est sûr de ne pas rentrer bredouille. En chassant le cerf, il rentrera bredouille si l'autre traque le lièvre. Lorsque les deux chassent le cerf, la prise est plus avantageuse pour chacun que lorsqu'ils attrapent un lièvre chacun. Mais la chasse au cerf est plus "risquée" que la chasse au lièvre, au sens où son issue est plus imprévisible. Un chasseur ne s'y risquera que s'il estime que la probabilité que l'autre chasseur fasse le même choix est suffisamment élevée.

Les agents sont donc confrontés à un dilemme entre le choix d'une action risquée et le choix d'une action prudente, mais dont l'étendue des gains possibles est contenu dans celle de l'action plus risquée. Harsanyi et Selten (1988) ont proposé une définition d'une stratégie dite « risquée », dans un jeu à deux stratégies et deux agents. La stratégie risquée dans ce cadre est celle dont la probabilité seuil permettant d'égaliser son espérance de gain à la stratégie alternative est strictement supérieure à 0,5.

		Joueur A	
		X	Y
Joueur B	X	a , a	b , c
	Y	c , b	d , d

Figure 1 : Le jeu de la "chasse au cerf"

Si $a > c$, $d > b$ et $d - b > a - c$, le jeu représenté dans la figure 1 est de type "chasse au cerf". Au sens de Harsanyi et Selten (1988), YY est l'équilibre dominant en termes de risque et XX est l'équilibre dominant en termes de paiements. Appelons p la probabilité que le joueur A choisisse la stratégie X. Alors le joueur B choisira la stratégie X seulement s'il pense que $p \geq \frac{d - b}{d - b + a - c} > 1/2$. En plus des deux équilibres en stratégies pures (XX et YY) ce jeu admet également un équilibre en stratégies mixtes pour lequel les deux joueurs choisissent X avec une probabilité $p^* = \frac{d - b}{d - b + a - c}$. Plusieurs théories ont été proposées pour sélectionner l'un des deux équilibres en stratégies pures. Ainsi Carlsson et Van Damme (1993) et Harsanyi (1995) sélectionnent l'équilibre YY alors que Anderlini (1999) et Harsanyi et Selten (1988) sélectionnent l'équilibre XX. La modélisation évolutionniste prédit une probabilité de convergence sur YY croissante avec la taille du bassin d'attraction de cet équilibre.

Battalio et al. (2001) rendent compte de résultats expérimentaux qui tendent à montrer que la sélection des équilibres dépend de l'incitation à jouer une meilleure réponse. Cette incitation, appelée "prime d'optimisation", n'a de sens que si les agents ne sont pas parfaitement rationnels. Dans leur expérience, ils comparent trois jeux possédant la même correspondance de meilleure réponse, mais pour lesquels la prime d'optimisation varie. D'après leurs résultats un accroissement de la prime d'optimisation, toutes choses égales par ailleurs, favorise l'équilibre dominant en termes de risque (YY). De plus, une prime d'optimisation plus élevée accroît simultanément la vitesse de convergence vers un des deux équilibres en stratégies pures et la sensibilité à l'historique du jeu.

Cependant, ces résultats dépendent non seulement de la prime d'optimisation mais également du risque comparé des deux stratégies pures, que nous pouvons définir comme le rapport des étendues des deux stratégies¹ : $RR = \frac{|c - d|}{(a - b)}$. En effet, dans leur expérience, Battalio et al. modifient le "risque relatif" en même temps qu'ils augmentent la prime d'optimisation. La

¹ On peut noter que ce rapport, bien qu'indépendant de la probabilité de choisir X, est aussi égal au rapport des écarts-types des deux actions puisque : $\sigma_Y = \sqrt{(c - d)^2 p(1 - p)}$ et $\sigma_X = \sqrt{(a - b)^2 p(1 - p)}$ donc $\frac{\sigma_Y}{\sigma_X} = \frac{|c - d|}{(a - b)}$

convergence fréquemment observée vers l'équilibre YY lorsqu'on augmente la prime d'optimisation pourrait donc résulter du fait que la stratégie X devient relativement plus risquée par rapport à la stratégie Y. Nous avons conçu une nouvelle expérience qui nous permet d'étudier l'impact d'un accroissement du risque relatif de choisir X à prime d'optimisation constante (expérience 1). Ce protocole nous permet également d'isoler l'effet d'un accroissement de la prime d'optimisation, en maintenant le risque relatif du choix de X inchangé (expérience 2). Nos résultats montrent qu'une diminution du risque relatif favorise la sélection de Y. Nous validons par ailleurs les résultats de Battalio et al. quant à l'effet d'une hausse de la prime d'optimisation, mais en maintenant constant le risque relatif de X, à savoir une plus forte probabilité d'observation d'un comportement mutuellement cohérent et une sensibilité accrue à l'historique de jeu. Les résultats de Battalio et al. peuvent donc s'expliquer par la coexistence des deux effets.

L'article s'organise comme suit. Dans la section 2 nous présentons le concept de prime d'optimisation de Battalio et al. (2001) et l'expérience qui leur a permis de valider leurs hypothèses. La section 3 détaille le design de notre expérience. La section 4 présente les résultats de l'expérience 1 destinée à analyser l'impact d'un accroissement de risque relatif à prime d'optimisation constante. La section 5 présente les résultats de l'expérience 2 dans laquelle le risque relatif est constant et la prime d'optimisation est doublée.

2. L'expérience de Battalio, Samuelson et Van Huyck (2001) : la prime d'optimisation

Battalio, Samuelson et Van Huyck (2001) définissent la prime d'optimisation pour des jeux de type stag hunt à correspondance de meilleure réponse identique à partir de la différence de paiement espéré entre les deux stratégies. Pour le jeu de la figure 1, définissons $\pi(X, p)$ le paiement espéré de la stratégie X lorsque l'opposant choisit la stratégie X avec la probabilité p , et $\pi(Y, p)$ le paiement espéré de la stratégie Y lorsque l'opposant choisit la stratégie X avec la probabilité p . La prime d'optimisation (PO) est définie par² : $PO = \pi(X, p) - \pi(Y, p) = (a-c+d-b)(p-p^*)$. Dans cette expression $(a-c)$ est l'incitation à sélectionner la stratégie X lorsque l'opposant choisit la stratégie X et $(d-b)$ est l'incitation à sélectionner la stratégie Y lorsque

² $\pi(X, p) = ap+b(1-p)$ et $\pi(Y, p) = cp+d(1-p)$ donc $\pi(X, p) - \pi(Y, p) = (a-c)p + (b-d)(1-p) = (a-c+d-b)p + b-d$, avec $b-d = -p^*(a-c+d-b)$, donc $\pi(X, p) - \pi(Y, p) = (a-c+d-b)(p-p^*)$.

l'opposant choisit la stratégie Y. Ainsi la prime d'optimisation d'un jeu mesure l'incitation totale à sélectionner une meilleure réponse plutôt qu'une réponse inférieure. Battalio et al. posent trois hypothèses.

Hypothèse 1 : une prime d'optimisation plus élevée augmente la probabilité de convergence vers l'équilibre dominant en termes de risque.

Etant donné que la prime d'optimisation est plus élevée les joueurs sont davantage incités à sélectionner une meilleure réponse au choix de stratégie de l'adversaire. La dynamique de jeu se rapproche donc davantage de la dynamique de meilleure réponse, laquelle prédit, dans l'approche évolutionniste, une convergence vers l'équilibre dominant en termes de risque.

Hypothèse 2 : une prime d'optimisation plus élevée augmente la vitesse de convergence vers un équilibre.

Lorsque la prime d'optimisation est plus élevée les joueurs sélectionnent avec une plus grande probabilité des meilleures réponses, donc ils atteignent plus vite un état où leurs actions sont coordonnées.

Hypothèse 3 : une prime d'optimisation plus élevée augmente la sensibilité des joueurs à l'historique de jeu.

Etant donné que les joueurs « gagnent » plus à sélectionner une meilleure réponse, ils se préoccupent davantage des observations dans les périodes passées puisque ce sont elles qui déterminent la stratégie optimale à adopter.

Battalio et al. ont testé trois jeux pour lesquels la correspondance de meilleure réponse est identique et le paiement à l'équilibre de stratégie mixte est identique également. Ces jeux sont représentés dans la figure 2.

	X	Y
X	45 ; 45	0 ; 35
Y	35 ; 0	40 ; 40

(2R)

	X	Y
X	45 ; 45	0 ; 40
Y	40 ; 0	20 ; 20

(R)

	X	Y
X	45 ; 45	0 ; 42
Y	42 ; 0	12 ; 12

(0.6R)

Figure 2 : Les trois stag hunt game expérimentés par Battalio et al. (2001)

Ces jeux sont respectivement appelés 2R, R et 0.6R. Dans le jeu 2R $PO=50$, elle est deux fois supérieure à celle du jeu R ($PO=25$) et la prime d'optimisation du jeu 0,6R est 0,6 fois celle du jeu R ($PO=15$). L'expérimentation de ces trois jeux leur a permis de valider leurs trois hypothèses. Cependant dans ces trois jeux le risque des stratégies tel qu'il a été défini dans la section précédente n'est pas constant. Plus précisément, dans le jeu 2R $RR= 1/9$, $RR= 0,44$ dans le jeu R et $RR=2/3$ dans le jeu 0,6R. Dès lors, si l'on poursuit un raisonnement se basant sur les risques relatifs des deux stratégies, sélectionner la stratégie Y dans le jeu 2R comporte relativement moins de risque par rapport au choix de X que dans le jeu 0,6R. De ce fait une hypothèse possible est que le résultat de plus forte sélection de la stratégie X dans le jeu 0,6R tient au peu de différences de risque entre les deux stratégies ; et de la même façon la plus forte probabilité observée de sélection de la stratégie Y dans le jeu 2R peut tenir à la grande différence de risque entre la stratégie Y et la stratégie X.

3. Design expérimental

Afin d'isoler l'influence d'une variation de la prime d'optimisation de la variation du risque relatif, nous avons comparé les choix des sujets dans deux jeux pour lesquels la prime d'optimisation est identique mais qui diffèrent en termes de risque relatif (expérience 1). Nous comparons également les choix des sujets dans deux jeux pour lesquels le risque relatif est identique et qui diffèrent en termes de prime d'optimisation (expérience 2). Pour la clarté de la présentation nous commençons par présenter le design et les résultats de l'expérience 1, puis nous présenterons l'expérience 2 dans la section 5. L'expérience 1 compare les deux jeux

de la figure 3. Pour ces deux jeux $PO=15$, et donc d'après Battalio et al., on devrait observer les mêmes fréquences de choix de stratégies et la même dynamique.

		Joueur A	
		X	Y
Joueur B	X	45 ; 45	0 ; 42
	Y	42 ; 0	12 ; 12

Jeu 1

		Joueur A	
		X	Y
Joueur B	X	40 ; 40	20 ; 37
	Y	37 ; 20	32 ; 32

Jeu 2

Figure 3 : Deux stag hunt game à correspondance de meilleure réponse identique

Cependant puisque $RR_1=2/3 > RR_2=1/4$, nous faisons l'hypothèse suivante :

Hypothèse 4 : à prime d'optimisation égale, une valeur du risque relatif plus faible rend plus probable l'observation de l'équilibre dominant en termes de risque.

Bien que cette différence de risque relatif puisse altérer l'appréhension du jeu et la probabilité d'observation de l'équilibre dominant en termes de risque, il n'y a pas de raison que la dynamique du jeu soit différente, c'est-à-dire que la fréquence du comportement mutuellement cohérent et la sensibilité à l'historique du jeu soient affectées. C'est pourquoi nous formulons les deux hypothèses suivantes :

Hypothèse 5 : à prime d'optimisation inchangée la fréquence d'observation du comportement mutuellement cohérent est inchangée également.

L'hypothèse 5 se justifie par le fait que la dynamique du jeu résulte principalement de l'incitation à jouer une meilleure réponse. Cette incitation dépend de la prime d'optimisation et ne devrait pas être affectée par le risque relatif.

Hypothèse 6 : à prime d'optimisation égale, la sensibilité à l'historique du jeu n'est pas significativement différente.

Comme l'hypothèse 5 l'hypothèse 6 est justifiée par le fait que la dynamique du jeu a la même dépendance vis-à-vis de l'historique du jeu, quelque soit l'équilibre favorisé.

Notons que si les hypothèses 5 et 6 étaient invalidées, les différences de fréquence de choix entre les jeux 1 et 2, pourraient s'expliquer par le fait que l'accroissement du risque relatif affecte la dynamique de meilleure réponse ou la prise en compte des périodes passées par les individus, c'est-à-dire modifie les comportements des sujets. Selon l'hypothèse 4, au contraire, les sujets sont seulement sensibles au risque comparatif des stratégies, et face à un risque relatif plus important ils opteront plus fréquemment pour la sécurité que procure la stratégie dominante en termes de risque.

L'expérience a été réalisée par le LEES de l'université de Strasbourg³. Les sujets sont des étudiants des différentes universités et écoles d'enseignement supérieur de Strasbourg. Ils ont été recrutés par tirage aléatoire au sein d'un pool d'environ 1200 sujets volontaires. En tout 128 sujets ont participé, à raison de 64 participants pour chaque expérience. Pour chaque expérience, 8 groupes de 8 sujets ont été constitués, répartis en 4 sessions (2 groupes par session). En arrivant sur les lieux de l'expérience, les sujets ont reçu des instructions écrites, lues à voix haute par un assistant, après une première lecture individuelle silencieuse. La suite de la session se déroulait par l'intermédiaire d'un réseau informatique. Les sujets devaient tout d'abord répondre à un questionnaire de compréhension, puis le jeu proprement dit pouvait commencer. Chaque sujet convoqué à une session était affecté à un groupe de 8 sujets, pour interagir avec les autres membres durant 75 périodes consécutives. Les sujets savaient qu'à chaque période leur décision serait confrontée à la décision d'un des 7 autres sujets, avec une probabilité uniforme. Dans un groupe toutes les décisions devaient être prises avant que le processus d'appariement ne soit mis en oeuvre. Le protocole expérimental était connaissance commune des sujets. Durant le déroulement de l'expérience, ils avaient la possibilité d'accéder à l'historique du jeu retraçant leurs décisions, les décisions des joueurs avec lesquels ils avaient interagi dans les périodes précédentes, leurs gains à chaque période et le gain cumulé. Les résultats de chaque période étaient comptabilisés en points, avec un taux de conversion en Euros qui était connu des sujets (1 point = 0,006 Euros⁴). Le protocole expérimental est identique à celui de Battalio et al. (2001).

³ Le LEES (Laboratoire d'Economie Expérimentale de Strasbourg dépend du BETA (Bureau d'Economie Théorique et Appliquée).

⁴ Par exemple si un sujet totalise, à l'issue des 75 périodes, 2500 points il repart avec 15 Euros.

4. Résultats de l'expérience 1

Comme nous avons répliqué le jeu 0,6R de Battalio et al. (2001), nous devons d'abord nous assurer que nos résultats sont cohérents avec les leurs. En prenant comme critère la fréquence de sélection de la stratégie X, l'hypothèse nulle d'égalité des fréquences de choix de X entre l'expérience de Battalio et al. et la nôtre est acceptée au seuil de 5% (Chi-deux et Mann Whitney unilatéral). Comme nos résultats répliquent les observations de Battalio et al., nous pouvons poursuivre notre analyse en prenant comme référence les données que nous avons observées pour le jeu 1.

4.1 Comportement agrégé

Le graphique 1 représente les fréquences de sélection de la stratégie X au cours des 75 périodes selon les jeux. Bien que le jeu en lui-même ne soit pas l'unité d'observation indépendante de notre expérience il est intéressant d'observer que la différence de fréquence de choix de la stratégie dominante en termes de paiement est relativement constante au cours du temps, ce qui sous-entend une dynamique de jeu proche. Nous pouvons observer également que dans les deux jeux les joueurs ont eu une réaction à la baisse à la deuxième période de jeu, ce qui laisse supposer que les joueurs étaient initialement plus optimistes que ce que la première période a révélé. Ces croyances initiales n'étaient pour autant pas du même niveau, le risque relatif des stratégies constitue un élément d'explication, les joueurs semblent avoir appréhendé les jeux de manière différente. Dans les trois dernières périodes la fréquence de sélection de la stratégie X augmente. Les observations, regroupées par traitement, sont reportées dans le tableau 1.

	Fréquence initiale	Fréquence moyenne	Fréquence finale
Jeu 1	0.859	0.570	0.50
Jeu 2	0.688	0.337	0.344

Tableau 1 : Fréquences initiales, moyennes et finales de sélection de la stratégie X dans les jeux 1 et 2.

Dès la première période les observations diffèrent significativement : l'hypothèse nulle d'égalité des fréquences moyennes initiales dans les deux jeux est rejetée au seuil de 5% (Chi-deux). La fréquence du choix de la stratégie X dans le jeu 1 se situe dans le bassin d'attraction de l'équilibre dominant en termes de paiement alors qu'elle est dans le bassin d'attraction de l'équilibre dominant en termes de risque dans le jeu 2. En moyenne plus de la moitié des joueurs participant au jeu 1 ont sélectionné la stratégie X contre seulement 1/3 dans le jeu 2, cette différence est significative au seuil de 5% (Chi-deux). En dernière période la différence entre les deux jeux est légèrement réduite.

4.2. Comportement par groupe

Les fréquences observées du choix de la stratégie X, groupe par groupe selon les traitements sont représentées dans les graphiques 2 à 5⁵. Pour plus de clarté nous avons limité à 4 le nombre de groupes sur chaque graphique. Etant donné que le nombre d'équilibres de Nash de stratégie pure dans une période est compris entre 0 et 4 et que pour les valeurs intermédiaires (1, 2 et 3) cela dépend du hasard de l'appariement, nous considérons que la coordination sur un équilibre (dominant en termes de risque ou dominant en termes de paiement) a lieu uniquement lorsque les huit membres du groupe sélectionnent la même stratégie (X ou Y).

Le graphique 2 reporte les quatre groupes ayant le plus fréquemment sélectionné la stratégie X dans le jeu 1. Nous pouvons observer qu'un groupe, le groupe 1, fait le choix unanime de X dès la seconde période et jusqu'à la fin du jeu (soit au total 74 fois). Dans le groupe 2 il n'y a que 23 périodes où la stratégie X n'est pas choisie par les huit joueurs simultanément, dont les neuf dernières périodes de jeu. La sélection de X par l'ensemble des membres du groupe a lieu dès la période 8 et cet état (les huit joueurs choisissent X simultanément) est atteint 52 fois sur l'ensemble du jeu. Dans le groupe 3 le minimum de joueurs sélectionnant X est 5 et il est observé seulement 8 fois. Ce groupe s'est coordonné dès la première période sur X mais n'a pas réussi à stabiliser cette coordination bien que le choix de X soit majoritaire ; l'équilibre dominant en termes de paiement est atteint 14 fois. Dans le groupe 4 nous assistons à une évolution au cours du temps. En effet dans la première période les huit joueurs sélectionnent la stratégie X et durant les dix premières périodes la coordination sur X est

⁵ Pour chaque jeu nous avons représenté deux graphiques pour des questions de lisibilité. Les premiers graphiques pour chaque jeu reportent les quatre groupes ayant le plus sélectionné la stratégie X en moyenne, les deux autres graphiques les quatre groupes ayant le moins sélectionné la stratégie X.

atteinte 4 fois mais les membres du groupe choisissent majoritairement la stratégie Y dans les trente dernières périodes de jeu.

Le graphique 3 retrace l'évolution du nombre de joueurs ayant choisi la stratégie X dans les groupes 5 à 8 du jeu 1 pour lesquels la stratégie X a été sélectionnée peu fréquemment. A partir de la période 30 dans aucun des quatre groupes plus de 4 joueurs choisissent X. Pour autant nous n'assistons pas véritablement à une convergence stable sur le choix de Y. Le groupe 5 se coordonne dès la première période sur l'équilibre dominant en termes de paiement mais c'est l'unique coordination sur cet équilibre. En période 30 le groupe se coordonne sur l'équilibre dominant en termes de risque, il atteint cet équilibre 5 autres fois dans le reste du jeu. Dans le groupe 6 les huit joueurs sélectionnent la stratégie Y en période 32 et atteignent ce même équilibre 9 fois au total. Dans le groupe 7 la première coordination a lieu en période 17, avec un choix unanime de Y ; cette coordination a lieu 6 autres fois par la suite. Le groupe 8 atteint l'équilibre dominant en termes de risque à la période 16 et reproduit ce comportement mutuellement cohérent 14 autres fois.

Le graphique 4 reporte les observations des quatre groupes ayant le plus sélectionné la stratégie X dans le jeu 2. Force est de constater une grande différence avec le graphique 2. Le groupe 1 est celui où les sujets se coordonnent le plus fréquemment (20 périodes) sur l'équilibre dominant en termes de paiement, ce qui est très faible comparé au groupe équivalent pour le jeu 1 (74 périodes). Dans le groupe 2 sur la grande majorité des périodes plus de quatre joueurs sur huit sélectionnent la stratégie X, mais la coordination parfaite n'a lieu que deux fois, dans la première moitié des périodes. Dans le groupe 3 il semble que quelques joueurs tentent de pousser à la coordination du groupe sur l'équilibre dominant en termes de paiements dans la première moitié du jeu mais cette initiative n'est pas suivie puisque dans les quinze dernières périodes seuls un ou deux joueurs sélectionnent X. Ce groupe ne se coordonne jamais sur un des deux équilibres de Nash de stratégie pure. Dans le groupe 4 dès la première période seuls cinq joueurs choisissent l'action dominante en termes de paiement, et rapidement une majorité sélectionne la stratégie Y (période 21) ; cet équilibre est atteint 22 fois au total.

Le graphique 5, qui reporte les observations des groupes 5 à 8 participant au jeu 2, est très explicite ; dès la période 19 dans les quatre groupes la majorité des joueurs sélectionne la stratégie Y. Le groupe 5, le plus optimiste dans les premières périodes, atteint 19 fois

l'équilibre dominant en termes de risque. Le groupe 6 a une trajectoire très proche de celle du groupe 5, la première coordination sur Y a lieu à la période 21 et est reproduite 25 autres fois. Les huit joueurs du groupe 7 sélectionnent la stratégie Y en période 19 et reproduisent ce comportement mutuellement cohérent 49 fois. Le groupe 8 atteint une première coordination sur l'équilibre dominant en termes de risque à la période 11 ; il se coordonne au total 33 fois sur cet équilibre.

Le tableau 2 reporte les fréquences initiales, moyennes et finales d'observation de la stratégie X par groupe et par jeu. Les différences décrites ci-dessus sont confirmées par les tests prenant le groupe comme unité d'observation indépendante : les fréquences initiales et moyennes sont significativement différentes au seuil de 5% (Mann Whitney unilatéral). Bien que les fréquences finales ne soient pas significativement différentes, elles rendent mal compte du comportement asymptotique des groupes, en raison d'un effet de fin de jeu qui a favorisé le choix de X.

	fréquences initiales		fréquences moyennes		fréquences finales	
	jeu 1	jeu 2	jeu 1	jeu 2	jeu 1	jeu 2
groupe 1	0,875	0,875	0,998	0,838	1	0,875
groupe 2	0,75	0,875	0,947	0,612	0,875	0,5
groupe 3	1	0,875	0,840	0,488	0,75	0,25
groupe 4	1	0,625	0,603	0,198	0,625	0,375
groupe 5	1	0,625	0,330	0,198	0,125	0,125
groupe 6	0,875	0,5	0,325	0,165	0,25	0,375
groupe 7	0,75	0,625	0,302	0,100	0,25	0
groupe 8	0,625	0,5	0,213	0,097	0,125	0,375
moyenne	0,859	0,688	0,570	0,337	0,500	0,359

Tableau 2 : Fréquences initiales, moyennes et finales par groupe et par jeu

Nous utilisons un second critère, le nombre de périodes où les huit joueurs sélectionnent la même stratégie. Bien que la fréquence de sélection de la stratégie X soit un critère discriminant, il n'informe pas sur la probabilité d'atteindre l'équilibre dominant en termes de risque. Nous considérons que l'équilibre est atteint si l'ensemble des membres du groupe sélectionne la stratégie Y. Le tableau 3 reporte les observations eu égard à ce critère. Dans le jeu 1 l'équilibre dominant en termes de paiement est atteint au total 146 fois, contre seulement 22 fois dans le jeu 2. L'équilibre dominant en termes de risque est par contre atteint 150 fois dans le jeu 2 contre 36 fois dans le jeu 1. L'hypothèse d'une plus forte probabilité d'atteindre l'équilibre dominant en termes de risque dans le jeu 2 par rapport au jeu 1 est accepté au seuil de 10% (Mann Whitney unilatéral)⁶.

Les deux critères discriminant utilisés nous permettent de valider l'hypothèse 4 ; à prime d'optimisation inchangée la différence de risque relatif influe sur l'équilibre atteint à l'issue du jeu, et plus précisément, une valeur de risque relatif plus faible augmente la probabilité d'atteinte de l'équilibre dominant en termes de risque.

	Nombre de périodes où les huit joueurs sélectionnent la stratégie X		Nombre de périodes où les huit joueurs sélectionnent la stratégie Y	
	jeu 1	jeu 2	jeu 1	jeu 2
groupe 1	74	20	0	0
groupe 2	52	2	0	0
groupe 3	14	0	0	0
groupe 4	5	0	0	22
groupe 5	1	0	6	19
groupe 6	0	0	9	26
groupe 7	0	0	6	50
groupe 8	0	0	15	33
Total	146	22	36	150

Tableau 3 : Nombre de périodes de coordination parfaite sur les équilibres de Nash de stratégie pure, par jeu et par groupe.

Le tableau 3 nous permet également de valider l'hypothèse 5 puisque dans le jeu 1 nous observons au total $146+36=182$ équilibres de Nash de stratégie pure, et $150+22=172$ dans le

⁶ L'équilibre n'étant pas la règle dans ce type de jeu la valeur statistique seuil de 10% nous semble suffisante pour discriminer entre un rejet ou une acceptation de l'hypothèse posée.

jeu 2. Ainsi la fréquence du comportement mutuellement cohérent n'est pas significativement différente entre les deux jeux. (Chi-deux, 5%).

4.3. Comportement individuel

Afin de tester l'hypothèse 6, quant à la prise en compte de l'histoire du jeu, nous étudions le comportement individuel à partir du modèle proposé par Battalio et al. (2001) qui se fonde sur l'équilibre Quantal Response de McKelvey et Palfrey (1994). Ce modèle permet d'estimer la probabilité de choisir la stratégie X en supposant que les sujets sélectionnent en moyenne des meilleures réponses, mais qu'ils font des erreurs. Pour sélectionner la meilleure réponse le joueur i attribue une probabilité q_{it} au fait que son partenaire à la période t choisisse la stratégie X. Cette probabilité dépend d'une part de la croyance initiale du joueur i et des observations dans les périodes passées et d'autre part de la pondération de chacune des observations de l'historique. Formellement la probabilité que le joueur i attribue au fait que son partenaire à la période t sélectionne la stratégie X se présente sous la forme suivante :

$$q_{it} = \frac{q_0 d^{t-1} + I_{i1} d^{t-2} + \dots + I_{it-2} d + I_{it-1}}{d^{t-1} + d^{t-2} + \dots + 1},$$

où q_0 est la probabilité initiale. $I = 1$ si l'adversaire de i joue X au temps τ et $I = 0$ sinon. d est un facteur d'escompte : $d = 1$ si les croyances sont de type *fictitious play* (Brown 1951) et $d = 0$ si les croyances sont de type *Cournot* (1960). Si les croyances sont de type Cournot, un sujet choisira une meilleure réponse au choix observé à la période précédente. Si les croyances sont de type *fictitious play*, il prendra en compte toutes les périodes passées.

La probabilité que le joueur i sélectionne la stratégie X à la période t , notée P_{it} , dépend de sa propension à sélectionner une meilleure réponse à son estimation de la probabilité que son opposant sélectionne la stratégie X en t . D'après le modèle de Quantal Response :

$$P_{it} = \frac{\exp(\alpha + \beta(q_{it} - q^*))}{1 + \exp(\alpha + \beta(q_{it} - q^*))}$$

Le paramètre α capture la tendance à s'éloigner des bas paiements et β est le paramètre de précision du modèle de Quantal Response : lorsque $\beta = 0$ (rationalité nulle) les choix de l'individu sont faits au hasard, et il sélectionne chacune des stratégies de manière équiprobable ($P_{it} = 1/2$ quel que soit t); lorsque $\beta \rightarrow \infty$ (rationalité parfaite), l'individu choisit toujours la

meilleure réponse, c'est à dire avec la probabilité 1 il choisira X si $q_{it} > q^*$ et Y si $q_{it} < q^*$. Battalio et al. (2001) décomposent le paramètre β en $\delta\lambda$ où δ est le paramètre de la prime d'optimisation et λ le paramètre de précision du modèle.

Le tableau 4 reporte les paramètres estimés par la méthode du maximum de vraisemblance.

Traitement	Nombre d'observations	Log likelihood	α	β	d	q_0
Jeu 1	4800	-2141.531	1.4321 (0.49)	5.0659 (0.14)	0.8509 (0.17)	0.8265 (0.06)
Jeu 2	4800	-2274.360	1.09 (0.07)	4.7679 (0.15)	0.8961 (0.01)	0.6901 (0.05)

Tableau 4 : Estimations du comportement individuel par le maximum de vraisemblance

On peut remarquer tout d'abord que les fréquences initiales estimées sont très proches des fréquences initiales observées. En effet pour le jeu 1 la fréquence initiale moyenne sur le jeu est 0.859, et pour le jeu 2 la fréquence initiale observée est 0.688. α , qui capture la tendance à s'éloigner des bas paiements, est plus élevé dans le premier jeu ce qui est cohérent avec les paramètres du jeu étant donné que le paiement le plus bas de ce jeu est 0, contre 20 pour le jeu 2. Il semble que cet élément soit pris en compte par les sujets lorsqu'ils prennent leurs décisions. Cette propension à s'éloigner des bas paiements, en l'occurrence du 0 dans la matrice des paiements du jeu 1, aurait pu favoriser la sélection de la stratégie Y dans le jeu 1. Les joueurs ont une dynamique de réponse plus conforme à fictitious play qu'à la dynamique de meilleure réponse de Cournot puisque le facteur d'escompte d est compris entre 0,8 et 0,9. Enfin le β du second jeu, bien que légèrement plus faible, n'est pas significativement différent de celui du premier jeu (Chi-deux de Wald, 5%) ; les joueurs ont donc une dynamique de comportement très proche dans les deux jeux ce qui supporte l'hypothèse 6.

5. Résultats de l'expérience 2

L'objectif de la seconde expérience était d'isoler l'effet de la prime d'optimisation en maintenant le risque relatif constant, contrairement à l'expérience initiale de Battalio et al..

Pour ce faire nous introduisons un nouveau jeu (jeu 3, figure 4) pour lequel le risque relatif est identique à celui du jeu 2 ($RR = 1/4$) mais la prime d'optimisation est deux fois plus importante ($PO = 30$). Comme pour les jeux précédents, ce jeu admet deux équilibres de Nash en stratégies pures, l'un dominant en termes de paiement et l'autre dominant en termes de risque, et un équilibre de Nash en stratégies mixtes pour lequel X est sélectionnée avec la probabilité 0.8. Le paiement à l'équilibre de stratégie mixte est identique aux jeux précédents, soit égal à 36 points.

		Joueur A	
		X	Y
Joueur B	X	44 ; 44	4 ; 38
	Y	38 ; 4	28 ; 28

Figure 4 : le jeu 3

Le protocole d'expérimentation de ce jeu est identique au précédent, à savoir 75 périodes consécutives, huit groupes de huit sujets, un appariement aléatoire à chaque période et un historique des décisions et des paiements à disposition.

D'après l'argument que nous avons développé en introduction, puisque le risque relatif est inchangé, il n'y pas de raison que les sujets choisissent plus fréquemment l'option qui offre la plus grande sécurité dans ce jeu. On devrait donc observer des fréquences de choix de Y identiques à celles du jeu 2. Par contre, puisque la prime d'optimisation est plus élevée, on s'attend à ce que les sujets choisissent plus souvent la meilleure réponse et soient plus sensibles à l'historique du jeu. Pour Battalio et al. le jeu 3 devrait également favoriser un choix plus fréquent de Y, car le choix de la meilleure réponse favorise la sélection de Y, selon l'argument évolutionniste. Jusqu'à présent, cette hypothèse n'a pas été validée empiriquement car dans leur expérience antérieure, Battalio et al. ont modifié le risque relatif en même temps qu'ils ont modifié la prime d'optimisation. Pour tester leur conjecture, nous formulons les 3 hypothèses suivantes :

Hypothèse 7 : *Les fréquences d'observation de la stratégie X sont plus faibles dans le jeu 3 que dans le jeu 2. De plus, la probabilité d'atteindre l'équilibre dominant en termes de risque est plus élevée dans le jeu 3 que dans le jeu 2.*

Hypothèse 8 : La convergence vers le comportement mutuellement cohérent est plus fréquente dans le jeu 3 que dans le jeu 2.

Hypothèse 9 : La sensibilité à l'historique de jeu est plus marquée dans le jeu 3 que dans le jeu 2.

Le graphique 6 compare l'évolution de la fréquence moyenne de sélection de la stratégie X dans les jeux 2 et 3. L'impression visuelle que les deux courbes sont confondues est confirmée par le test du Chi-deux (5%), ce qui conduit à rejeter la proposition 1 de l'hypothèse 7.

Le graphique 7 reporte le nombre de joueurs ayant sélectionné la stratégie X dans les groupes 1 à 4 du jeu 3, groupes qui ont en moyenne le plus choisi X. Les groupes 1 et 2 se coordonnent très rapidement sur l'équilibre dominant en termes de paiement et maintiennent cette coordination jusqu'à la fin du jeu. Le groupe 1 se coordonne dès la période 4 et atteint l'équilibre 72 fois et le groupe 2, 70 fois. Les groupes 3 et 4 débutent tous deux par une majorité de joueurs sélectionnant X mais ceci s'inverse dans les trente dernières périodes sans pour autant qu'il n'y ait de coordination parfaite stable sur l'équilibre dominant en termes de risque. Plus précisément les huit joueurs du groupe 3 sélectionnent la stratégie X à la période 15 mais se dirigent progressivement sur le choix majoritaire de Y pour atteindre l'équilibre dominant en termes de risque à la période 53 et se coordonner sur ce dernier 5 fois au total. Le groupe 4 n'atteint jamais la coordination parfaite ; après un début de jeu majoritairement centré sur le choix de X, Y devient la stratégie adoptée par le plus grand nombre de joueurs à partir de la période 38.

Le graphique 9 qui reporte les observations des groupes 5 à 8 ressemble beaucoup au graphique 5. Le groupe 5 se coordonne sur l'équilibre dominant en termes de risque à la période 32 et reproduit ce comportement mutuellement cohérent 24 autres fois. Les huit joueurs du groupe 6 sélectionnent la stratégie Y en période 17 et atteignent cet équilibre 12 fois au total. Le groupe 7 se coordonne rapidement sur l'équilibre dominant en termes de risque (période 10) ; cette coordination a lieu 22 autres fois. Le groupe 8 adopte la stratégie Y unanimement sur la moitié du jeu (37 périodes sur 75).

Le tableau 5 reporte les fréquences initiales, moyennes et finales de sélection de la stratégie X dans le jeu 3.

	Fréquences initiales	Fréquences moyennes	Fréquences finales
groupe 1	0,875	0,995	1,000
groupe 2	0,750	0,980	1,000
groupe 3	0,750	0,418	0,000
groupe 4	0,750	0,303	0,125
groupe 5	0,875	0,257	0,250
groupe 6	0,750	0,257	0,250
groupe 7	0,875	0,178	0,125
groupe 8	0,375	0,115	0,000
moyenne	0,750	0,438	0,344

Tableau 5 : Fréquences du choix de X dans le jeu 3.

L'hypothèse nulle d'égalité des fréquences moyennes dans les deux jeux lorsque nous considérons le groupe comme unité d'observation indépendante, est acceptée (Mann Whitney unilatéral, 5%), et donc l'hypothèse 7 est rejetée.

Nous pouvons remarquer que les fréquences initiales sont relativement élevés dans sept des huit groupes participant au traitement, mais que seuls deux groupes, les groupes 1 et 2, se sont maintenus à des fréquences moyennes de sélection de la stratégie X supérieures à 50%. L'hypothèse nulle d'égalité des fréquences initiales dans les deux jeux est acceptée au seuil de 5% (Mann Whitney unilatéral). On peut cependant remarquer que deux groupes (groupes 1 et 2) se sont fortement coordonnés sur l'équilibre dominant en termes de paiement alors que quatre groupes se sont fortement coordonnés sur l'équilibre dominant en termes de risque (groupes 5 à 8). La fréquence moyenne finale d'observation de la stratégie X est identique à celle du jeu 2 (Mann Whitney unilatéral, 5%).

Le tableau 6 reporte le nombre de périodes d'observation des équilibres de Nash de stratégie pure (les huit joueurs sélectionnent la même stratégie) selon les groupes dans le jeu 3.

	nombre de périodes de choix unanime de X	nombre de périodes de choix unanime de Y
groupe 1	72	0
groupe 2	70	0
groupe 3	1	5
groupe 4	0	0
groupe 5	0	25
groupe 6	0	12
groupe 7	0	23
groupe 8	0	37
Total	143	102

Tableau 6 : Nombre de périodes de coordination parfaite sur les équilibres de Nash de stratégie pure, par groupe.

Comme nous l'avons fait remarquer, deux groupes se coordonnent presque tout le temps sur l'équilibre dominant en termes de paiement et quatre sur l'équilibre dominant en termes de risque. Au total la coordination sur l'équilibre dominant en termes de paiement est observée 143 fois, et la coordination sur l'équilibre dominant en termes de risque 102 fois. Nous acceptons l'hypothèse de probabilité égale d'atteinte de l'équilibre dominant en termes de risque dans les jeux 2 et 3 (Mann Whitney unilatéral, 10%).

L'hypothèse 8 peut également être validée puisque dans le jeu 3 nous observons un total de 245 périodes où les huit joueurs sélectionnent la même stratégie, contre 172 dans le jeu 2, nous acceptons l'hypothèse de différences significatives au seuil de 5% (Chi-deux). Ainsi une prime d'optimisation plus élevée, toutes choses égales par ailleurs, augmente la probabilité d'observation d'un comportement mutuellement cohérent, ce qu'ont démontré Battalio et al. (2001) et que nous confirmons ici.

Les estimations des paramètres du comportement individuel dans le jeu 3 sont reportées dans le tableau 7. L'estimation de la fréquence moyenne initiale est très proche de celle observée (0,750). L'apprentissage des individus s'apparente à fictitious play puisque le facteur d'escompte estimé est de 0,88. La constante est positive, les sujets se sont écartés du paiement minimum de 4 de la matrice des paiements ce qui aurait pu favoriser le choix de la stratégie Y dans ce jeu. Le β estimé est significativement supérieur à celui du jeu 2 au seuil de 5% (Chi

deux de Wald), les joueurs sont plus sensibles à l'historique de jeu dans le jeu 3, ce qui supporte l'hypothèse 9.

Traitement	Nombre d'observations	Log likelihood	α	β	d	q_0
Jeu 3	4800	-1959.049	1.4595 (0.51)	5.5630 (0.16)	0.8846 (0.17)	0.7059 (0.05)

Tableau 7 : estimation du comportement individuel par le maximum de vraisemblance

Ainsi le rôle de la prime d'optimisation sur la dynamique de jeu est significatif, bien que la valeur du risque relatif soit, semble-t-il, un élément non négligeable quant à la probabilité de converger vers l'équilibre dominant en termes de risque.

Les jeux 1 et 3 ont deux paramètres différents, la prime d'optimisation et la valeur du risque relatif. Entre ces deux jeux ce sont les hypothèses 7, 8 et 9 qui sont à nouveau testées. Les hypothèses 8 et 9 sont inchangées si ce n'est que la comparaison a lieu cette fois entre les jeux 1 et 3. L'hypothèse 7 est reformulée :

Hypothèse 10 : *Les fréquences d'observation de la stratégie X sont plus faibles dans le jeu 3 que dans le jeu 1. De plus, la probabilité d'atteindre l'équilibre dominant en termes de risque est plus élevée dans le jeu 3 que dans le jeu 1.*

Les fréquences moyennes de sélection de la stratégie X ne sont pas significativement différentes (Mann Whitney unilatéral, 5%) ce qui conduit à un rejet de la proposition 1 de l'hypothèse 10. L'équilibre dominant en termes de risque est observé 36 fois dans le jeu 1 et 102 fois dans le jeu 3, différence non négligeable bien que non significative aux seuils standard. Nous prenons alors un critère plus faible que la coordination parfaite sur l'équilibre dominant en termes de risque ; nous considérons, au même titre que Friedman (1996) ou encore Boun My et al. (2001) que sept joueurs sur huit sélectionnant la stratégie Y est un indicateur de convergence expressif. Ce critère discrimine les deux jeux au seuil de 10% (Mann Whitney unilatéral) ; le nombre de périodes où au moins sept joueurs sélectionnent Y dans le jeu 3 est significativement supérieur au nombre de périodes dans le jeu 1, ce qui va dans le sens de la proposition 2 de l'hypothèse 10. Par ailleurs le comportement mutuellement

cohérent de l'ensemble des groupes est observé 182 fois dans le jeu 1 et 245 fois dans le jeu 3, la différence est significative au seuil de 5% (Chi-deux) ce qui va dans le sens de l'hypothèse 8. Enfin, le paramètre estimé de la sensibilité à l'historique de jeu dans le jeu 3 est significativement supérieur à celui du jeu 1 (Chi-deux de Wald, 5%), ce qui supporte l'hypothèse 9.

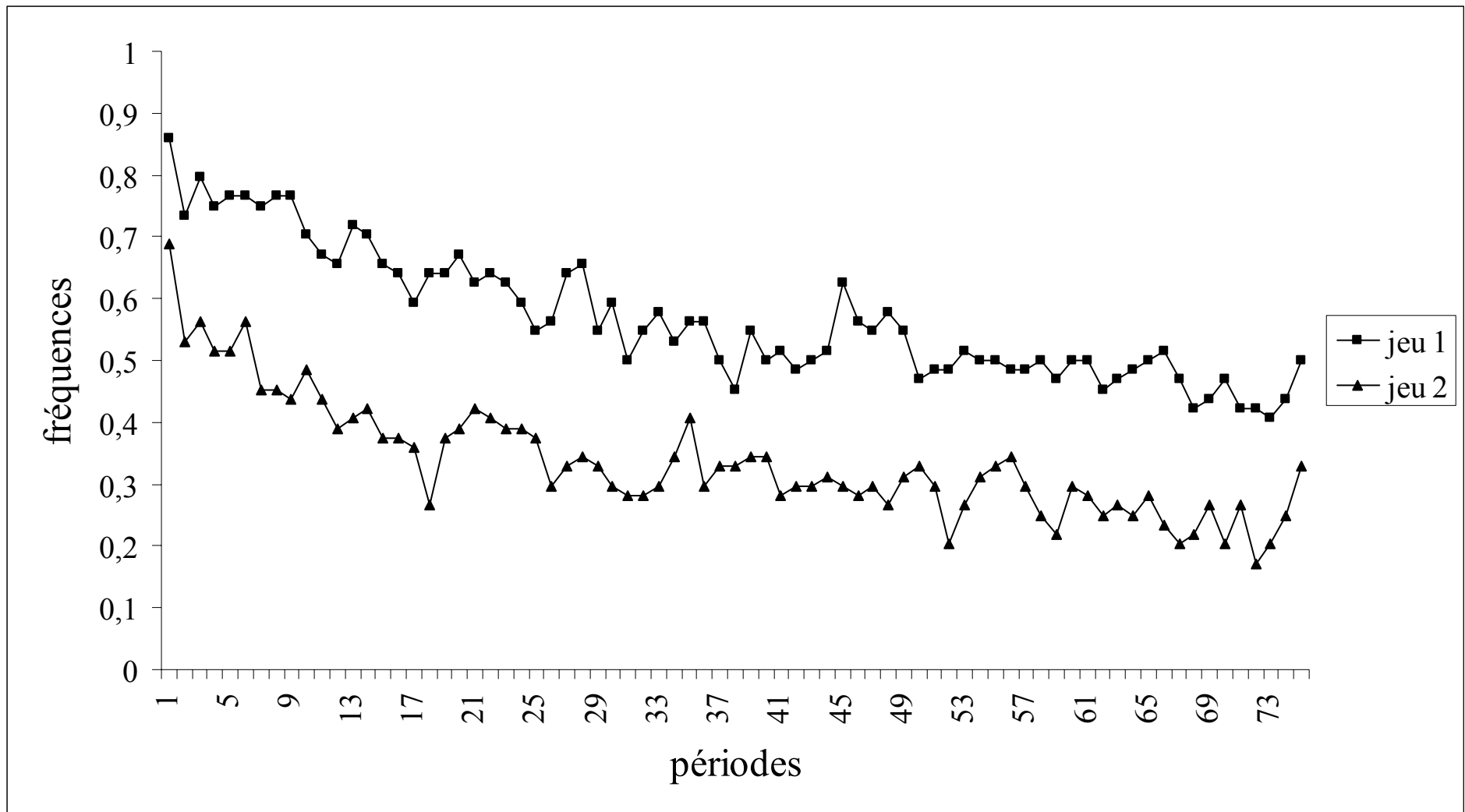
6. Conclusion

Nous avons réalisé deux expériences à partir d'un jeu de coordination, destinées à isoler l'effet d'un accroissement de la prime d'optimisation de l'effet lié à un accroissement du risque relatif de choisir une stratégie. La prime d'optimisation a été définie par Battalio et al. (2001) dans un article où ils mettent en évidence que l'accroissement de la prime d'optimisation, en favorisant le choix d'une meilleure réponse de la part des sujets, favorise simultanément la sélection de l'équilibre dominant en termes de risque. Ils ont également montré que l'accroissement de la prime d'optimisation rendait les sujets plus sensibles à l'historique du jeu. Comme nous l'avons montré dans cet article, le protocole expérimental utilisé par Battalio et al. (2001) présente le défaut d'accroître le risque relatif en même temps qu'il accroît la prime d'optimisation. Nous avons défini le risque relatif de choisir la stratégie dominante en termes de paiement, comme le rapport entre l'étendue des paiements de cette stratégie et de l'étendue des paiements de la stratégie dominante en termes de risque. En augmentant la prime d'optimisation dans leur expérience, Battalio et al., augmentent aussi le risque relatif, décourageant ainsi les sujets à choisir la stratégie dominante en termes de paiements pour lui préférer la stratégie qui offre plus de sécurité. Nous avons conçu un protocole, similaire à celui de Battalio et al. , dans lequel nous pouvons soit faire varier la prime d'optimisation sans modifier le risque relatif, soit faire varier le risque relatif sans modifier la prime d'optimisation. Nos résultats peuvent se résumer à 3 propositions. Premièrement, un accroissement du risque relatif à prime d'optimisation constante, favorise le choix de la stratégie dominante en termes de risque, conformément à l'intuition. Deuxièmement, un accroissement de la prime d'optimisation à risque relatif constant, ne modifie pas les fréquences de choix des stratégies. Troisièmement, un accroissement de la prime d'optimisation à risque relatif constant favorise le choix d'une meilleure réponse et accroît la sensibilité des sujets à l'historique du jeu, conformément aux hypothèses et observations de Battalio et al.

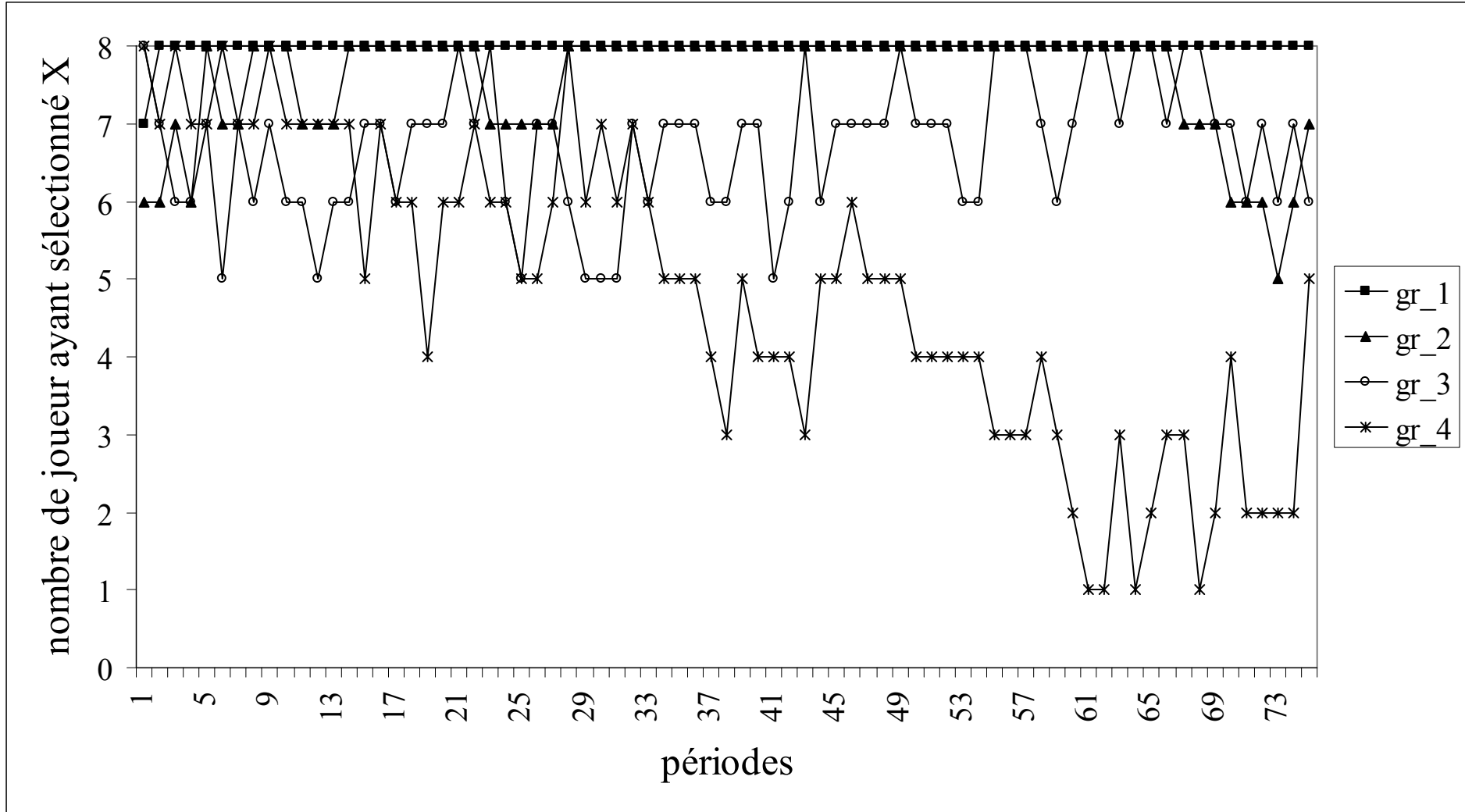
Nos résultats montrent tout d'abord que les sujets sont sensibles au risque comparatif des stratégies, et que leur choix est fortement influencé par ce paramètre du jeu. Les différences observées dans les différents jeux testés par Battalio et al. pourraient dès lors être dues aux différences de risque relatif induites par le choix des paramètres. De plus, notre second résultat semble indiquer que concernant la sélection des stratégies, l'effet de la variation du risque relatif soit plus fort que l'effet de la variation de la prime d'optimisation. Si tel était le cas, cela expliquerait que l'accroissement de la prime d'optimisation entre le jeu 2 et le jeu 3 (qui ont même risque relatif) n'affecte pas la fréquence des choix des stratégies. En effet, si les sujets sont avant tout sensibles au risque comparé des deux stratégies, ils n'ont pas de raisons de se comporter différemment tant que ce dernier ne change pas. Ceci ne remet pas en cause leur sensibilité à la prime d'optimisation, comme nos résultats le confirment. Les sujets réagissent dans le sens prédit lorsque choisir une meilleure réponse devient "plus payant" : en moyenne ils se coordonnent plus fréquemment, et sont plus attentifs aux gains des périodes passées. Mais cette plus grande tendance à choisir une meilleure réponse favorise indifféremment les deux équilibres, tant que le risque relatif reste inchangé. L'accroissement de la prime d'optimisation, toutes choses égales par ailleurs, génère par conséquent exactement l'effet attendu : il favorise les comportements optimisateurs, mais ne permet pas de sélectionner l'équilibre.

Références

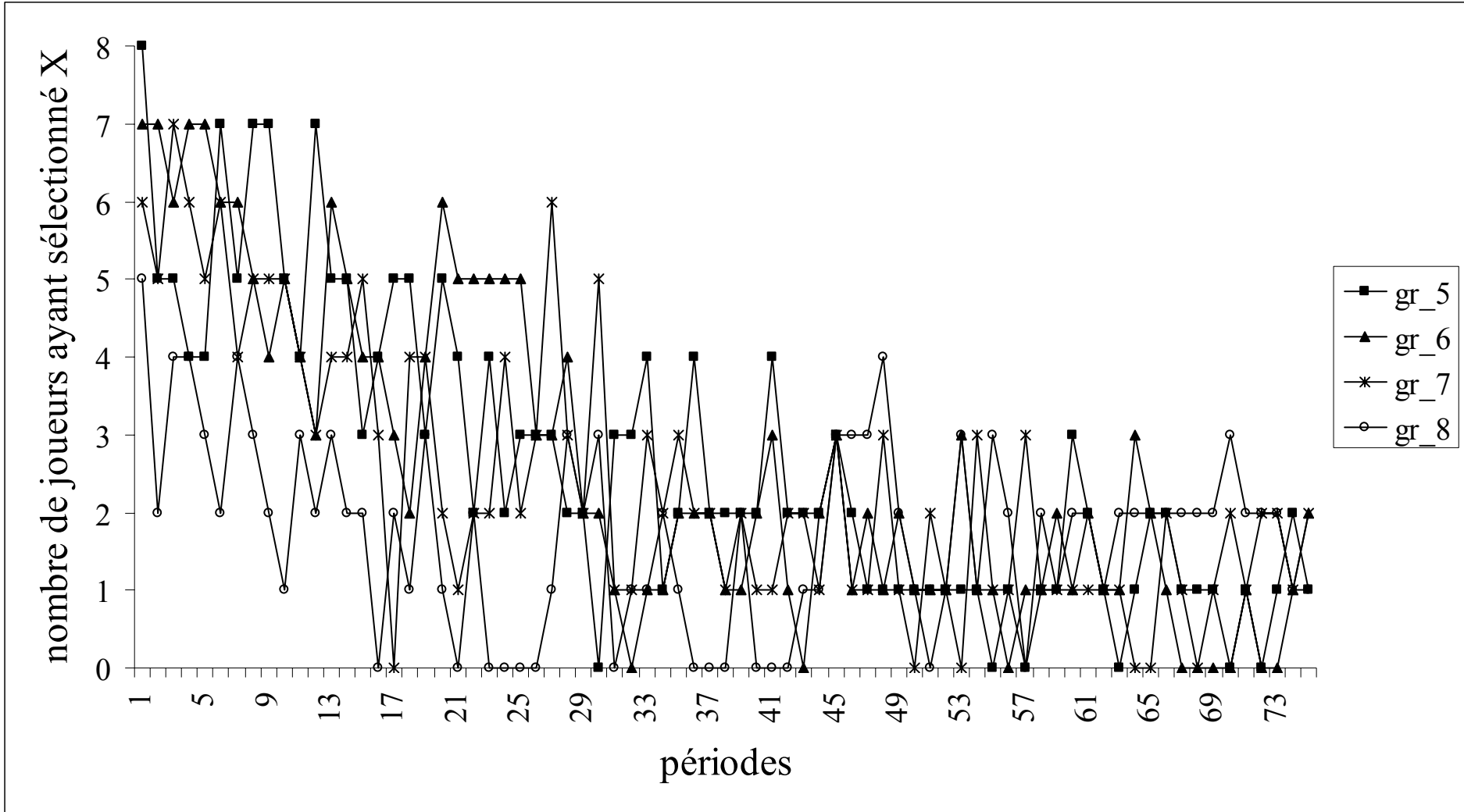
- Anderlini.L, "Communication, computability and common interest games", *Games and Economic Behavior* 27 (1999), 1-37.
- Battalio.R, Beil.R, Van Huyck.J, "Strategic uncertainty, equilibrium selection, and coordination failure in average opinion games", *Quarterly Journal of Economics* 106 (1991), 885-911.
- Battalio.R, Beil.R, Van Huyck.J, "Tacit coordination games, strategic uncertainty and coordination failure", *The American Economic Review* Vol.80 (1990), N°1, 234-248.
- Battalio.R, Cook.J, Van Huyck.J, "Adaptative behaviour and coordination failure", *Journal of Economic Behavior & Organisation* vol. 32 (1997), 483-503.
- Battalio.R, Cook.J, Van Huyck.J, "Selection dynamics, asymptotic stability, and adaptative behaviour", *Journal of Political Economy*, Vol. 102 (1994), N°5, 975-1005.
- Battalio.R, Rankin.F, Van Huyck.J, "On the origin of convention: evidence from coordination games", *The Economic Journal* 107 (1997), 576-597.
- Battalio.R, Rankin.F, Van Huyck.J, "Strategic similarity and emergent conventions: evidence from similar stag hunt games", *Games and Economic Behavior* 27 (1999), 1-37.
- Battalio.R, Samuelson.L, Van Huyck.J, "Optimization incentives and coordination failure in laboratory stag hunt games", *Econometrica*, Vol.69 (2001), N°3, 749-764..
- Carlsson.H, Van Damme.E, "Global games and equilibrium selection", *Econometrica* 61 (1993), 989-1018. .
- Friedman.D, "Equilibrium in evolutionary games: some experimental results", *The Economic Journal* 106 (1996), 1-25.
- Harsanyi.J, Selten.R, *A general theory of equilibrium selection in games*. Cambridge, Mass: M.I.T. Press (1998).
- Harsanyi.J, "A new theory of equilibrium selection for games with complete information", *Games and Economic Behavior* 8 (1995), 91-122.
- McKelvey.R, Palfrey.T, "Quantal response equilibria for normal form games", *Games and Economic Behavior* 10 (1995), 6-38.
- Metha. J, Starmer. C, Sugden. R, "Focal points in pure coordination games: An experimental Investigation", *Theory and Decision* 36 (1994), 163-185.
- Shelling.T, *The strategy of conflict*. Cambridge, Mass: Harvard University Press (1960).



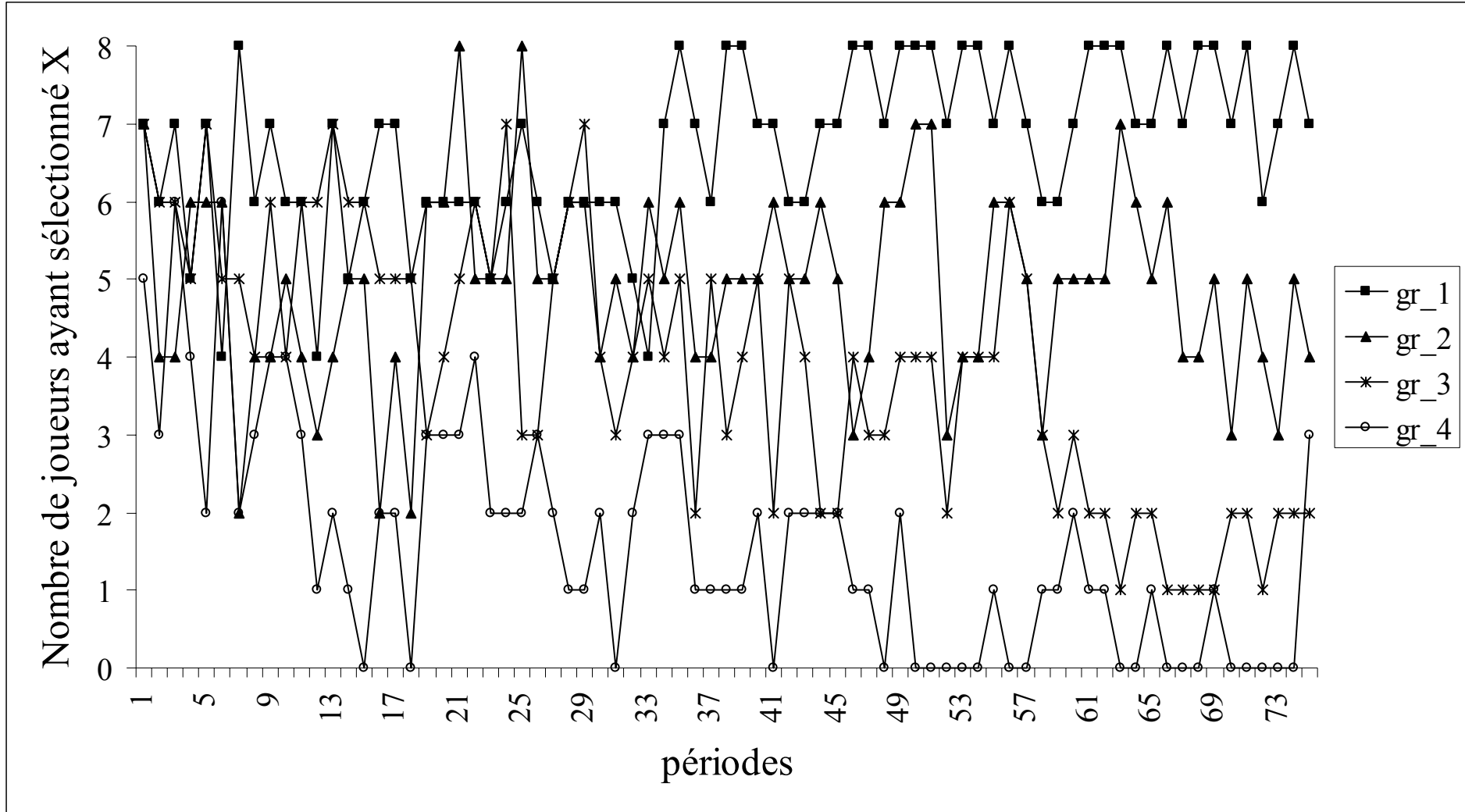
Graphique 1 : Les fréquences du choix de la stratégie X dans les jeux 1 et 2



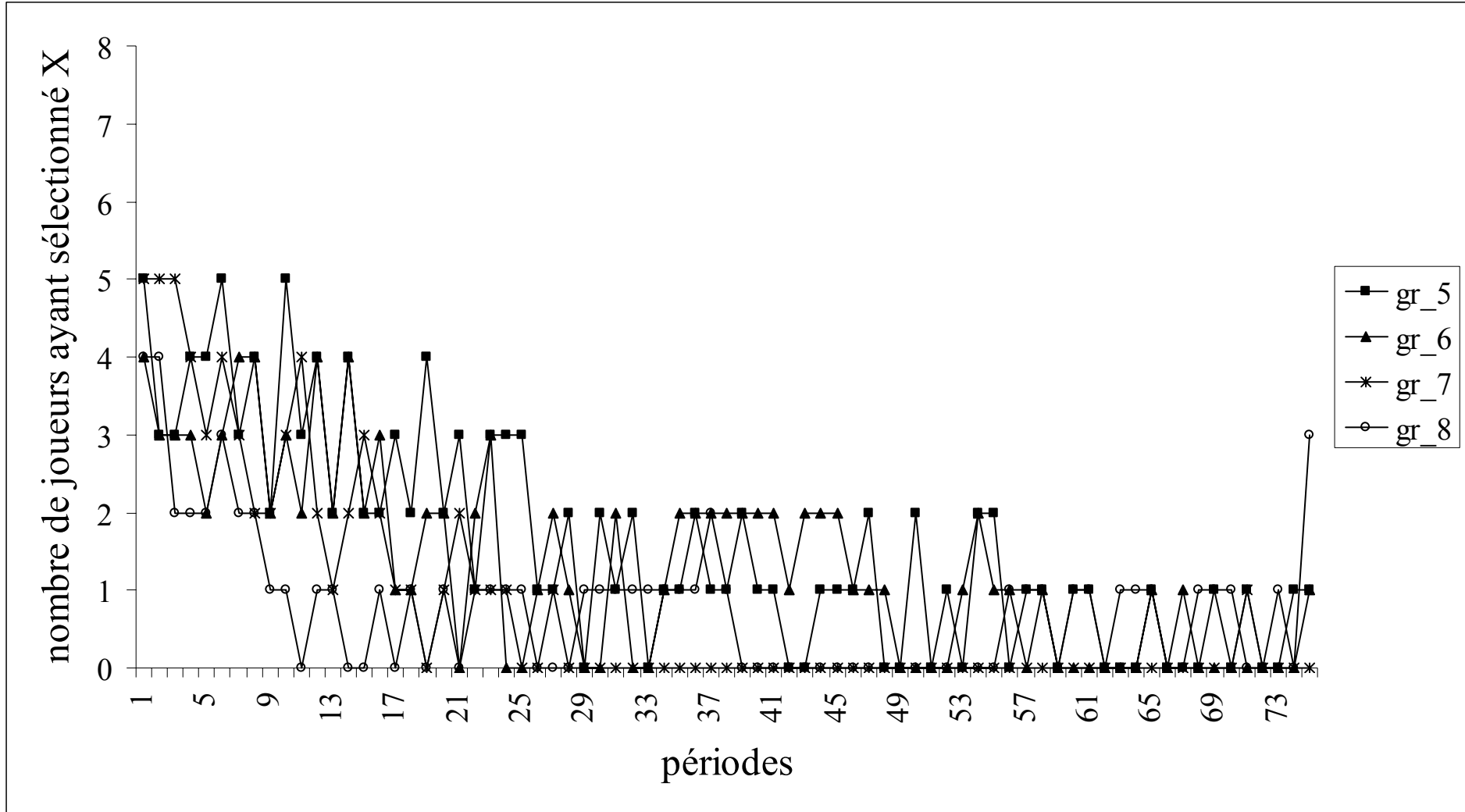
Graphique 2 : Nombre de joueurs ayant sélectionné la stratégie X dans les groupes 1 à 4 du jeu 1



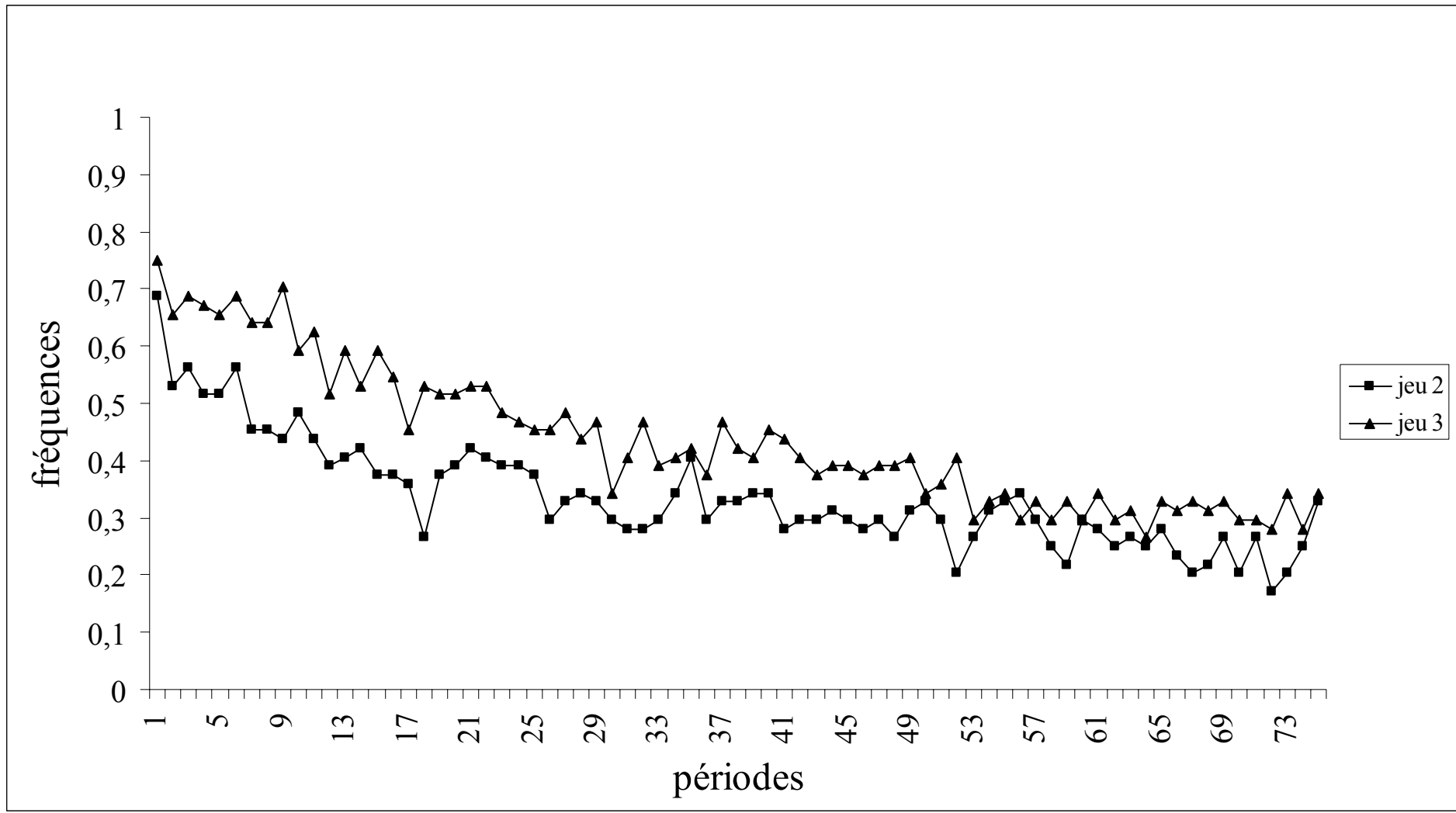
Graphique 3 : Nombre de joueurs ayant sélectionné la stratégie X dans les groupes 5 à 8 du jeu 1



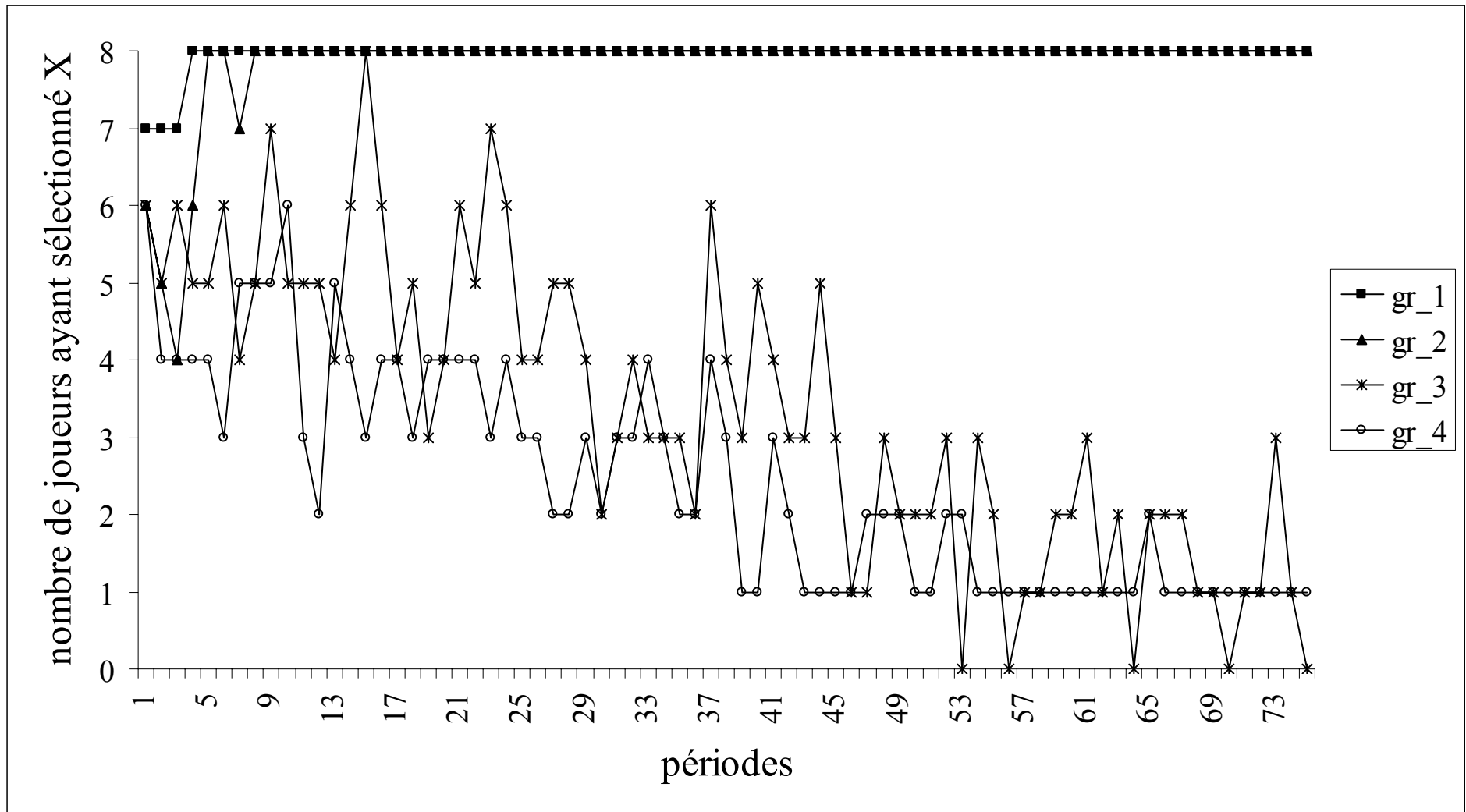
Graphique 4 : Nombre de joueurs ayant sélectionné la stratégie X dans les groupes 1 à 4 du jeu 2



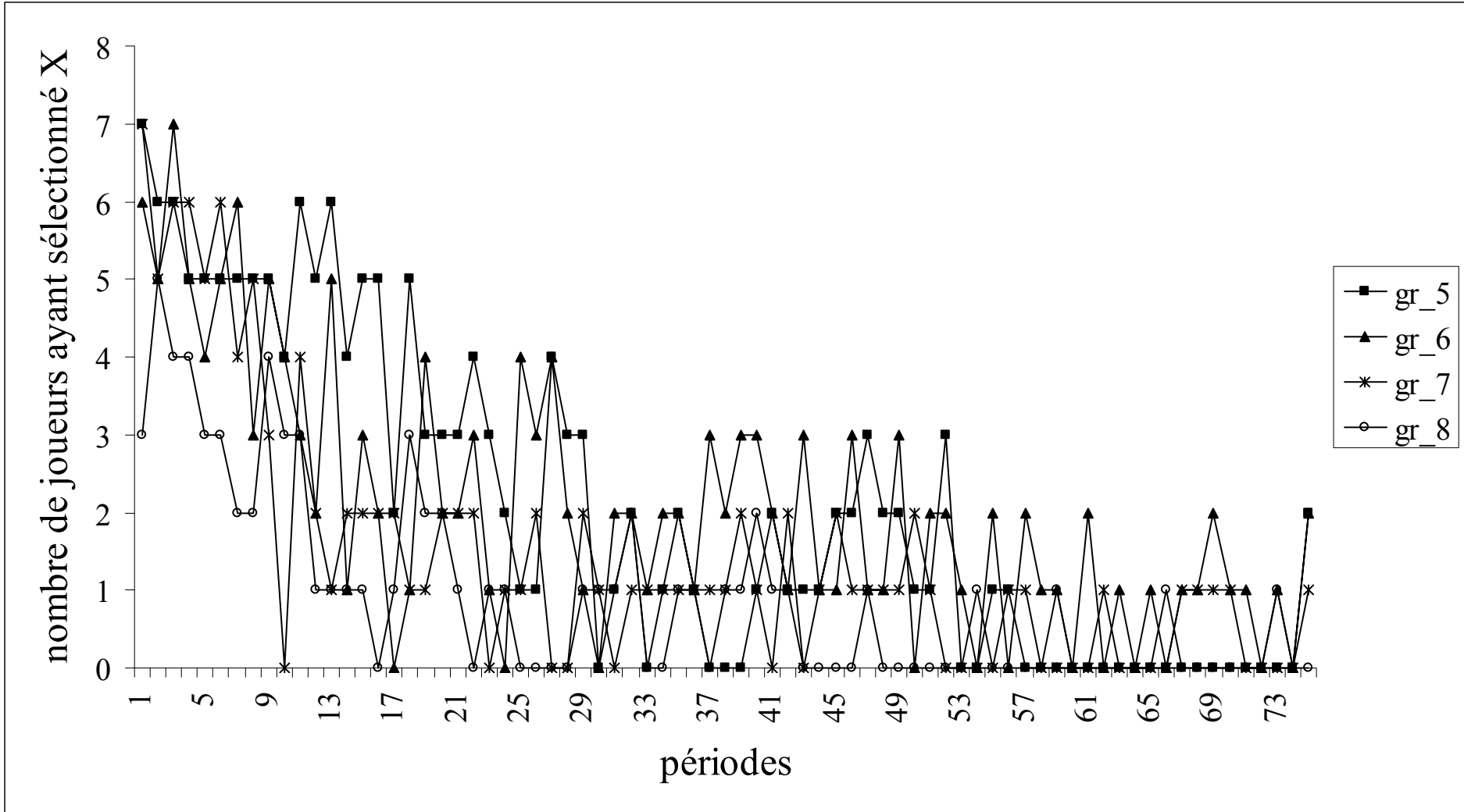
Graphique 5 : Nombre de joueurs ayant sélectionné la stratégie X dans les groupes 5 à 8 du jeu 2



Graphique 6 : Fréquences du choix de la stratégie X dans les jeux 2 et 3



Graphique 7 : Nombre de joueurs ayant sélectionné la stratégie X dans les groupes 1 à 4 du jeu 3



Graphique 8 : Nombre de joueurs ayant sélectionné la stratégie X dans les groupes 5 à 8 du jeu 3