« La bataille des nageurs ». Illustration d'un conflit entre préférences individuelles et intérêt collectif

“The battle of the swimmers”. Illustration of a conflict between individual preferences and the collective interest

Luc Collard et Frédéric Loyer

Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/msh/11263>

DOI : 10.4000/msh.11263

ISSN : 1950-6821

Éditeur

Centre d'analyse et de mathématique sociales de l'EHESS

Édition imprimée

Date de publication : 31 décembre 2009

Pagination : 41-53

ISSN : 0987-6936

Référence électronique

Luc Collard et Frédéric Loyer, « « La bataille des nageurs ». Illustration d'un conflit entre préférences individuelles et intérêt collectif », *Mathématiques et sciences humaines* [En ligne], 188 | Hiver 2009, mis en ligne le 15 mars 2010, consulté le 23 juillet 2020. URL : <http://journals.openedition.org/msh/11263> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/msh.11263>

**« LA BATAILLE DES NAGEURS »
ILLUSTRATION D'UN CONFLIT ENTRE
PRÉFÉRENCES INDIVIDUELLES ET INTÉRÊT COLLECTIF**

Luc COLLARD¹, Frédéric LOYER²

RÉSUMÉ – *Comment se comportent « en chair et en os » des personnes mises en demeure de choisir entre : la prudence insatisfaisante d'une décision égoïste, et la satisfaction risquée d'une décision altruiste ? Nous proposons à 64 sportifs adultes de se livrer à un jeu type dilemme des prisonniers dans la piscine. La « bataille des nageurs » montre que, dressés à la combativité systématique, les spécialistes de sport de combat sont les plus égoïstes. Leur espérance de gain est supérieure à celle des joueurs altruistes pourtant guidés par une conscience morale respectable ($p < 0,05$ au T de Student). In vivo, l'équilibre de Nash [1950] est plus solide que l'équilibre d'Harsanyi [1977].*

MOTS-CLÉS – Contrat social, Dilemme des prisonniers, Équilibre, Théorie des jeux expérimentale

SUMMARY – “The battle of the swimmers”. Illustration of a conflict between individual preferences and the collective interest
How do persons behave “in the flesh” when they are instructed to choose between the unsatisfactory caution of a selfish decision, and the risky satisfaction of an altruistic decision? We ask 64 adult sportsmen to play a typical game “the prisoner's dilemma” in the swimming pool. The “battle between the swimmers” shows that, the specialists of combat sport who are the most selfish used to the systematic fighting spirit. Their expected gain is greater than that of the altruistic players who are nevertheless driven by a respectable moral sense ($p < 0,05$ in T of Student). In vivo, Nash equilibrium [1950] is stronger than Harsanyi equilibrium [1977].

KEYWORDS – Behavioural game theory, Equilibrium, Social Contract, The prisoner's dilemma

1. INTRODUCTION. LE « DILEMME DES PRISONNIERS », DILEMME DE SOCIÉTÉ

Le « dilemme des prisonniers » incarne l'idée selon laquelle l'agrégation des préférences individuelles ne débouche pas nécessairement sur un optimum collectif. Devenu un des modèles les plus célèbres de la Théorie des jeux, c'est à Tucker [1950] que l'on doit son appellation : *dilemme des prisonniers*.

¹ Équipe d'accueil Information, Organisation et Action (EA 4260), UFR STAPS de Caen, Université de Caen Basse Normandie (UCBN), boulevard du Maréchal Juin, Campus II, 14032 Caen cedex, luc.collard@orange.fr

² Équipe d'accueil Information, Organisation et Action (EA 4260), UFR STAPS de Caen, Université de Caen Basse Normandie (UCBN), boulevard du Maréchal Juin, Campus II, 14032 Caen cedex, frederic.loyer@unicaen.fr

Deux accusés complices sont détenus dans des cellules séparées.

- Si l'un des deux avoue et pas l'autre, le premier aura une récompense (gain +1 correspondant par exemple à 10 000 \$) alors que le second sera lourdement condamné (gain -2) ;
- Si les deux nient les faits, faute de preuve, ils seront libérés (gain 0) ;
- Si les deux avouent, ils seront tous deux modérément condamnés (gain -1).

	Il NIE le crime	Il AVOUE le crime
Je NIE le crime	Plutôt bon pour nous deux (libération sans condition)	Très mauvais pour moi (2 ans de prison) Très bon pour lui (gain de 10 000 \$)
J' AVOUE le crime	Très bon pour moi (gain de 10 000 \$) Très mauvais pour lui (2 ans de prison)	Plutôt mauvais pour nous deux (1 an de prison)

TABEAU 1. Le dilemme des prisonniers [Tucker, 1950]

Avec une telle mécanique de jeu (cf. Tableau 1), l'intérêt collectif (les deux joueurs nient) peut être bafoué par la recherche individuelle de récompense (+1, obtenu en avouant si l'autre nie). Anticipant cette trahison, les prisonniers risquent de se retrouver en : (-1, -1).

La stratégie de l'aveu (-1, -1) est le seul équilibre de Nash [1950, 1951] ; c'est-à-dire la seule solution telle qu'aucun des joueurs n'ait intérêt à changer de tactique si l'autre maintient la sienne. On voit bien le dilemme : la situation de chacun est meilleure si aucun n'avoue (0, 0), mais aucun des deux ne prendra le risque de nier car, s'il nie, il est de l'intérêt de l'autre de ne pas le faire.

Pourquoi ce modèle a-t-il eu autant de succès ?

Pour Bernard Guerrien [1999], la Théorie des jeux a traversé *grosso modo* trois périodes. On pourrait en ajouter une quatrième, en amont. Même si on ne parlait pas encore de Théorie des jeux au XVII^e siècle, Pascal et Fermat y travaillaient. Leur correspondance [1654] concerne le cas où deux joueurs, rompant de gré à gré au jeu de pile ou croix avant la fin, cherchent à opérer une juste répartition de l'enjeu. La problématique des jeux de hasard pur débouchera sur le fameux *triangle arithmétique*. On peut également citer les travaux de Jacob Bernoulli [1713, posthume] illustrant la méthode de Pascal en développant l'espérance de gains au jeu de paume.

Bernard Guerrien [1999] fait courir la première période de la Théorie des jeux, des années 1920 à la fin de la seconde guerre mondiale. Émile Borel [1924, 1938] et John Von Neuman [1928] seront des maîtres en la matière. À la différence des jeux où les joueurs ne comptent que sur eux-mêmes (jeux de pure raison) et des jeux où les joueurs comptent sur tout sauf sur eux-mêmes (jeux de hasard pur), cette période aborde les jeux de « demi-hasard » comme le bridge ou le poker : l'habileté est couplée à une part non négligeable de conjectures.

La seconde période est symboliquement ouverte par la parution du livre de Von Neumann et Morgenstern, *Theory of Games and Economic Behavior* [1944] où le

devant de la scène est occupé par les jeux coopératifs. On cherche à maximiser les gains de tous par la stabilité de coalitions.

Qu'il s'agisse de jeux de hasard, de jeux strictement compétitifs ou de jeux coopératifs, les formalisations mathématiques exhibent des logiques très éloignées des situations sociales courantes. À quelques exceptions près (les travaux de Von Neumann [1944] ont été utilisés à la fin de la seconde guerre mondiale pour déterminer les itinéraires de vols des aviateurs anglais vers l'Allemagne), la relation entre les individus, la concurrence entre les entreprises ou le rapport de force entre les États ne s'apparentent pas à ces modèles. D'où l'image tenace d'une discipline stérile, sorte de spéculation à vide. La période dans laquelle nous nous trouvons (la troisième, selon Guerrien) semble contrecarrer cette mauvaise réputation. Une place prépondérante va être accordée à la forme de jeu la plus difficile à étudier, mais aussi la plus proche de « la vraie vie » : les *jeux non coopératifs à somme non nulle*.

Ce nouveau sujet d'investigation signe la renaissance de la Théorie des jeux ; discipline désormais majeure récompensée par plusieurs Prix Nobel d'économie : John Nash, John Harsanyi, Reinhard Selten en 1994 (sur la Théorie des jeux non coopératifs) ; Robert Aumann et Thomas Schelling en 2005 (sur la compréhension des conflits) ; Eric Maskin, Robert Meyerson et Leonid Hurwicz en 2007 (sur les mécanismes d'incitation).

Le dilemme des prisonniers fait partie de ces jeux non coopératifs à somme non nulle. *Non coopératifs* car leurs intérêts sont parfois divergents. Lorsque l'un nie et l'autre avoue (ou vice-versa) l'inégalité des gains est patente (+1 pour l'un ; -2 pour l'autre). À *somme non nulle* car, pour autant, tout ce que l'un gagne, l'autre ne le perd pas automatiquement (comme cela se passe dans les duels). Lorsqu'ils nient ou avouent de concert, les gains des prisonniers sont similaires (0 ou -1 pour les deux, Tableau 1). Il se peut donc que, dans ce jeu non coopératif, il faille coopérer par opportunisme. L'ambivalence des interactions, mélange de compétition et de coopération – sorte de « coopération » – favorise l'émergence de relations paradoxales et nécessite la prise en compte de croyances.

Les applications de ce dilemme sont légion. Citons la course à l'armement (cf. Tableau 2) qui oppose les grandes puissances mondiales. L'optimum collectif serait de consacrer l'argent militaire à autre chose. Mais le désarmement n'est pas une situation équilibrée ; pour asseoir sa suprématie, chacun ayant intérêt à s'armer si l'autre pays se désarme. Et si chacun surenchérit dans l'armement, le coût financier et le risque de guerre augmentent. Autrement dit, la stratégie équilibrée (sur-armement de tous) n'est pas satisfaisante ; mais la stratégie satisfaisante (désarmement de tous) n'est pas équilibrée.

	Il DESARME	Il SUR-ARME
Je DESARME	Plutôt bon pour nous deux	Très mauvais pour moi Très bon pour lui
Je SUR-ARME	Très bon pour moi Très mauvais pour lui	Plutôt mauvais pour nous deux

TABLEAU 2. La course à l'armement

On retrouve la même mécanique dans la limitation des quotas de pêche (cf. Tableau 3). Il est sage de limiter la pêche afin d'assurer la reproduction des espèces et la pérennité du métier. Mais si tout le monde s'abstient de pêcher, il est tentant pour

quelques-uns de puiser dans la ressource en jachère. Alors, si chacun raisonne ainsi, les tactiques de sur-pêche vont se coordonner et aboutir à une extinction des réserves de poissons.

	Il LIMITE ses quotas de pêche	Il SUR-PÊCHE
Je LIMITE mes quotas de pêche	Plutôt bon pour nous deux	Très mauvais pour moi Très bon pour lui
Je SUR-PÊCHE	Très bon pour moi Très mauvais pour lui	Plutôt mauvais pour nous deux

TABLEAU 3. Les quotas de pêche

Donnons un troisième exemple pour illustrer le conflit existant entre les choix individuels et les intérêts collectifs : le dopage sportif. Il est de l'intérêt du sport de ne pas se doper. On garantit l'égalité des chances, la glorieuse incertitude des résultats, la récompense du mérite. Mais si mon adversaire se dope, je serais bien naïf ne pas le faire. Il aura la reconnaissance, le salaire, et, malgré mes efforts, je ne serai rien. Dans l'expectative, moi aussi je peux prendre le risque de me doper. En jouant la méfiance, les sportifs se coordonnent en : (Dope, Dope), finalement mauvais pour les deux. L'égalité des chances est quasiment retrouvée (si les joueurs ont accès aux mêmes produits dopants), mais avec un danger réel pour la santé (cf. Tableau 4).

	Il ne se DOPE PAS	Il se DOPE
Je ne me DOPE PAS	Plutôt bon pour nous deux	Très mauvais pour moi Très bon pour lui
Je me DOPE	Très bon pour moi Très mauvais pour lui	Plutôt mauvais pour nous deux

TABLEAU 4. Le dopage sportif

Telle que nous l'illustrons, la solution du dilemme est toujours de jouer égoïste dans un monde d'égoïstes. Dans cette configuration, c'est effectivement le seul équilibre de Nash en stratégie pure. Toutefois, une propriété fondamentale de cet équilibre est d'être *sous optimale*. Alors, « comment réussir dans ce monde d'égoïstes ? » – pour reprendre le titre de la traduction française du livre d'Axelrod [1997] parue chez Odile Jacob [Paris, 2006]. Une option de rechange – cette fois-ci optimale – est proposée par l'autre Prix Nobel de 1994 : John Harsanyi [1977, 1995].

Après Rousseau [1756], Harsanyi introduit une notion capitale : celle de comportement moral. Selon lui, il y a lieu de distinguer deux formes de rationalité. La rationalité *Nashienne*, dite « primaire » ; elle correspond à une logique purement individuelle – conduisant les individus à maximiser leurs gains par méfiance des réactions adverses. La rationalité « secondaire » (que l'on peut nommer *harsanyienne*) est guidée par une conscience sociale – conduisant les individus à maximiser le niveau de satisfaction moyen de *tous* les joueurs. Face à un dilemme des prisonniers, un joueur *harsanyien* choisira rationnellement de coopérer : il niera le crime, sera favorable au désarmement, limitera son quota de pêche et ne se dopera pas. Pourquoi ? Car son jugement est fondé sur une éthique ; le respect d'un *Contrat social* à la Rousseau. Il faut :

trouver une forme d'association, écrivait Rousseau [1756], par laquelle chacun s'unissant à tous, n'obéisse pourtant qu'à lui-même et reste aussi libre qu'auparavant (p. 359).

Pour Harsanyi, dans le dilemme des prisonniers, l'agrégation de tactiques éthiquement partagées aboutit à un équilibre coopératif. Puisque chacun gagne plus à nier qu'à avouer, il est de l'intérêt de tous de coopérer, de se caler sur ce contrat fondateur – sans avoir besoin de se concerter. En outre, bien que plus solide, l'équilibre de Nash possède un biais énorme : selon lui, les joueurs ont intérêt à avouer le crime... y compris s'ils n'ont commis aucun forfait !

Alors, doit-on conseiller aux prisonniers de jouer *harsanyien* plutôt que *nashien* ? Altruiste plutôt qu'égoïste ? Impossible de répondre avec assurance car les stratégies sont conditionnelles. Que croit le joueur que l'autre pense qu'il fera ? Et que croit l'autre que le joueur pense qu'il fera ? Comme le dit Marc Barbut [1967] paraphrasant une fameuse boutade de Von Neumann :

Le meilleur moyen pour que l'autre ne puisse deviner ce que vous allez faire, c'est encore de ne pas le savoir vous-même (p. 850).

Une façon de lever partiellement le paradoxe est de mettre le jeu à l'épreuve. On nomme cette approche : la *Behavioral Game Theory* (Théorie des jeux expérimentale [Kagel, Roth, 1995], [Nagel, 1995], [Camerer, 2003]).

Depuis sa formulation, le *dilemme des prisonniers* a fait l'objet d'un très grand nombre d'expériences : plus de 1000 recensées entre 1950 et 1980 selon Eber [2006]. Les résultats expérimentaux montrent que le taux de coopération dépend de deux facteurs :

- i) La logique interne du jeu (valeur des gains, possibilité ou non de communication entre les joueurs, ordre des coups, nombre de répétitions du jeu, nombre d'adversaires) ;
- ii) La logique externe du jeu (caractéristiques des joueurs : âge, sexe, origine sociale, climat de groupe, culture, personnalité). Devenu un « même » dominant – au sens de Dawkins [1989], sorte d'information contagieuse qui se répand d'esprit en esprit par simple réplication mimétique – aussi utilisé en sciences économiques qu'en sociobiologie, en anthropologie ou en psychologie-sociale, le fameux dilemme n'a pourtant jamais donné lieu à une résolution par mise en jeu corporelle. Un comble pour une situation où les condamnés vont payer l'immoralité de leurs actes « en chair et en os ». Comment se comportent donc *en chair et en os* des personnes mises en demeure de choisir entre : la prudence insatisfaisante (décision *nashienne* égoïste), et la satisfaction risquée (décision *harsanyienne* altruiste) ? L'originalité de la recherche va consister à importer le modèle du dilemme des prisonniers dans l'univers des jeux sportifs. Les situations motrices de jeu peuvent être considérées comme un laboratoire privilégié d'étude des conduites humaines. La personne y est complètement impliquée. Il s'y joue des dramaturgies, s'y manifeste des blocages, du plaisir et parfois de la domination et de l'agressivité. Cette immersion dans la réalité n'est pas simplement ludique. Elle est un moyen de mesurer *in vivo* le degré d'intériorisation du *Contrat social* et l'intérêt (ou non) qu'il peut y avoir à coopérer dans un monde d'égoïstes. Il en va d'une réflexion sur la libre acceptation des contraintes collectives.

2. MÉTHODE. LA BATAILLE DES NAGEURS

2.1. LE JEU

« La bataille des nageurs » est un jeu du type *dilemme des prisonniers*. Les joueurs sont placés par deux dans une piscine où ils n'ont pas pied. Dos-à-dos, buste vertical, ils s'appuient l'un sur l'autre et se maintiennent ainsi en surface par l'action de ciseaux de jambes ou de rétropédalages (actions alternées des jambes, pointes de pieds relevées). Dans cette position assise (voir Dessin, haut) les forces propulsives opposées cumulées tendent à maintenir les voies aériennes (nez, bouche) dégagées. Avec cette technique, il est plus facile de rester en surface à deux que seul. Les nageurs coopèrent au sens biomécanique du terme. S'ils tiennent cette position durant la minute que dure la partie, chacun obtient +2 points. Cette combinaison altruiste est satisfaisante mais non équilibrée au sens de Nash.

Il suffit que l'un d'eux fasse volte-face et, prenant appui sur les épaules ou la tête de l'autre, l'enfonce sous la surface, pour qu'il obtienne +4 et le joueur immergé -2 points (Dessin, milieu). Dès qu'il submerge son camarade (on dit qu'il le COULE), le joueur agressif n'a pas à insister : il s'est révélé « non coopératif » pour le reste de la partie (dans cette configuration de jeu, « jouer égoïste » est synonyme de « jouer agressif »).

Revenant en surface, le joueur subordonné peut espérer faire mieux que -2 en coulant l'autre à son tour. S'il y parvient avant que retentisse le gong final (au bout d'une minute) chacun obtiendra finalement 0 point. Mais il ne faut pas douter que le premier joueur agressif lutte bec et ongles pour ne pas passer de +4 à 0 point, et qu'une bataille s'engage pouvant déboucher sur l'immersion des deux protagonistes (Dessin, bas).

DESSIN 1. Combinaisons tactiques possibles lors de *La bataille des nageurs*

En somme :

– si les deux nageurs réussissent à se couler mutuellement durant le laps de temps imparti (et même si cela ne se fait pas en simultané), on code (COULE, COULE) avec les gains : (0, 0) (cf. Tableau 5) ;

– si un seul des deux nageurs se trouve submergé, on code (COOPERE, COULE), gains : (-2, +4) ;

– enfin, si aucun des deux joueurs n'est amené à mettre sa tête dans l'eau, on code (COOPERE, COOPERE), gains : (+2, +2) ; y compris si les interactants essaient de se couler mais n'y parviennent pas. Ils coopèrent alors à leur corps défendant. C'est là une différence fondamentale avec la plupart des travaux de Théorie des jeux expérimentale.

Le jeu des mathématiciens est un système abstrait, entièrement maîtrisable par l'abstraction ; ainsi, quand un joueur a choisi sa stratégie, il peut quitter la salle en déposant sa fiche : le jeu est terminé avant même de commencer ! Dans le jeu tel qu'il est proposé ici, la stratégie étant choisie, tout reste à faire : quels que soient les schèmes abstraits qui le sous-tende, le jeu réside dans l'accomplissement moteur. Dos-à-dos, un seul mot d'ordre : « Faire en sorte que l'autre ne me coule pas ! ». Pour cela, les joueurs doivent faire preuve « d'intelligence motrice », c'est-à-dire de facultés d'intimidation (faire en sorte que l'autre se plie à mes exigences) et de persuasion (faire en sorte de ne pas laisser croire à l'autre que j'agis sous sa domination). Ainsi, les moins habiles peuvent renoncer à couler un joueur perçu plus fort, ou attendre les dernières secondes du jeu pour le faire.

Nous ajoutons quelques consignes : d'abord, toujours maintenir une partie quelconque du corps en contact avec l'autre : on évite ainsi la fuite des nageurs ayant peur de se faire couler, ou voulant échapper aux représailles après avoir coulé l'autre. Les joueurs ont le droit de communiquer verbalement en dehors et dans l'eau. La matrice des gains est connue de tous. À l'issue de chaque partie, les joueurs notent leur score sur un tableau récapitulatif et recommencent avec quelqu'un d'autre. Chacun rencontre tour à tour tous les autres et cherche à maximiser ses gains. Le vainqueur est celui qui, au terme de toutes les batailles, cumulera le plus de points.

	COOPÈRE	COULE
COOPÈRE	(+2, +2)	(-2, +4)
COULE	(+4, -2)	(0,0)

TABLEAU 5. Matrice de gains de *La bataille des nageurs*.
(Le premier chiffre de chacune des parenthèses est le score du joueur ligne,
le second celui du joueur colonne)

La double contrainte est installée : si les deux joueurs coopèrent, ils obtiennent chacun un score satisfaisant (+2) mais non équilibré (chaque joueur ayant intérêt à changer de tactique – pour obtenir +4 – si l'autre maintient la sienne) ; mais si les joueurs s'opposent tous les deux (COULE, COULE), ils se condamnent à une situation équilibrée mais insatisfaisante : (0, 0).

Plus les joueurs vont se couler, plus ils feront montre d'égoïsme. Plus les joueurs vont rester dos-à-dos, plus ils seront altruistes. On considèrera les premiers *nashiens* (codage COULEPLUS1/2), les seconds *harsanyiens* (codage COULEMOINS1/2). Ceux qui coulent leurs coéquipiers quasiment une fois sur deux – arbitrairement, dans 9/20^e à 11/20^e des cas – seront les indécis : ni foncièrement égoïstes, ni foncièrement altruistes ; mi-égoïste, mi-altruiste (codage COULE1/2).

La combinaison des deux tactiques (COULE, COOPERE) se solde par des gains différentiels selon la stratégie adverse. Si les nageurs sont tous exclusivement indécis, leur espérance de gain est $E_{indécis} = (+2 +4 -2 +0)/4 = +1$ pour chacun. Si les joueurs sont tous parfaitement égoïstes, leur espérance de gain est nulle ($E_{égoïstes} = 0$) ; s'ils sont

tous parfaitement altruistes, $E_{altruistes} = +2$. Mais si un joueur totalement égoïste rencontre des nageurs toujours totalement altruistes, il maximisera ses gains à +4 par coup ; et laissera -2 à chacun des autres.

Les participants ne jouent qu'une fois contre le même joueur. Au fur et à mesure de la partie, ils sont renseignés sur la stratégie passée de leur futur adversaire. On se trouve en présence d'un jeu à information complète : chaque joueur connaît :

- i) l'ensemble des possibilités d'action des autres joueurs ;
- ii) toute la gamme des issues possibles et les gains qui leur sont associés ;
- iii) les motifs des autres joueurs (en plus des siens propres).

Ce jeu étant répété contre des adversaires différents, les joueurs peuvent tenir compte de la réputation de leurs opposants. Par contre, il n'y a pas de représailles possibles comme dans un jeu répété contre le même adversaire [Selten, Stoecker, 1986, Axelrod, 2006].

2.2. LES JOUEURS

Nous retenons trois variables explicatives : le genre, le poids et la spécialité sportive.

- La population est composée de 31 filles (codage FÉMININ) et 33 garçons (codage MASCULIN) volontaires de 20 ans ($SD = 1,23$), étudiants sportifs. Ils participent à l'expérience sur six séances d'une heure au titre d'une préparation à une épreuve de sauvetage.
- Outre le sexe, le poids est une variable de choix ; le plus lourd des deux nageurs pouvant profiter de sa force physique pour imposer un jeu égoïste. Nous regroupons l'ensemble des participants selon trois catégories : les moins de 55kg (codage POIDLEGER, $N = 19$) ; les plus de 70kg (codage POIDLourd, $N = 14$) ; et la catégorie intermédiaire (codage POIDMOYEN, $N = 31$).
- Les étudiants participant à l'expérience sont issus d'une Faculté des sciences du sport française (UFR STAPS). À ce titre, ils possèdent tous une spécialité sportive qu'ils pratiquent assidûment à l'Université et en club. Cette option sportive peut les rendre plus ou moins adaptés à la situation proposée.

Reprenant une maxime de Churchill soulignant que, si c'est bien nous qui fabriquons nos demeures, ensuite ce sont elles qui nous façonnent, Pierre Parlebas [1985] écrit au sujet des jeux sportifs :

Au début, ce sont bien les hommes qui inventent les jeux et qui en forment les règles ; mais ensuite, ce sont les jeux qui, en retour, façonnent les comportements de leurs créateurs (p. 362).

Pierre Parlebas [1999] classe les jeux sportifs selon le critère d'interaction liant les participants à leur environnement immédiat. Il distingue deux univers de pratiques motrices : les « jeux sociomoteurs » où l'interaction motrice est essentielle (tennis, football, lutte) et les « jeux psychomoteurs » où l'interaction motrice est inessentielle (courses de natation, perche, haltérophilie). Les jeux sociomoteurs se subdivisent à leur tour en trois classes, selon la présence d'adversaires directs, de partenaires directs ou des deux.

Le fait d'être habitué au corps à corps de la lutte plutôt qu'à l'absence d'interaction de la gymnastique est susceptible d'influencer les façons de jouer à la *bataille des nageurs*. Afin de prendre en compte le façonnage des différents domaines

d'action motrice, nous distinguons les spécialistes de sports collectifs (codage FOOT/VOLLEY/HAND, $N = 33$) ; les spécialistes de sports de combat (codage JUDO/LUTTE/BOXE, $N = 13$) ; les spécialistes de sports sans interaction motrice entre les joueurs (codage GYM/ATHLE/NATA, $N = 18$). Les 6 spécialistes de natation font partie de cette dernière catégorie. Nous devons surveiller leurs stratégies ; l'aisance aquatique étant un facteur de domination potentielle. Quelques optionnaires ayant une spécialité insuffisamment représentée (danse, $N = 3$, tennis, $N = 3$, escalade, $N = 2$, cyclisme, $N = 1$) sont préalablement écartés de l'expérience.

Pour des raisons de sécurité, la population des 64 participants retenue est subdivisée en trois sous-groupes formés respectivement de $SG1 = 23$, $SG2 = 22$ et $SG3 = 19$ interactants. Les sous-groupes interviennent séparément. Ils sont de composition analogue sur le critère « spécialités sportives » (au test d'homogénéité du Khi^2 ; avec $\nu = 2$ degrés de libertés, $SG1/SG2$, $\chi^2 = 0,56$ $p < 0,9$; $SG1/SG3$, $\chi^2 = 0,1$ $p < 0,95$; $SG2/SG3$, $\chi^2 = 0,48$ $p < 0,9$). Les affrontements se font intra-sous-groupes et non inter-sous-groupes. La combinaison par paires des joueurs donne $n(n-1)/2$ rencontres ; soit 655 *batailles de nageurs* par addition des rencontres des trois sous-groupes.

3. RÉSULTATS. NASH OU HARSANYI ?

Nous nous intéressons d'abord à la variable : spécialité sportive – probablement la plus déterminante compte tenu de la spécificité motrice du jeu – et son éventuel effet sur les stratégies des joueurs immergés dans cette bataille aquatique. De fait, nous ne prenons pas la totalité des tournois disponibles, mais uniquement ceux opposant chaque famille d'experts sportifs croisés aux deux autres : c'est par l'opposition que nous souhaitons produire du sens. Si on ne prend pas en compte les batailles intra-spécialités sportives, les FOOT/VOLLEY/HAND vont réaliser au total 342 interactions contre les autres spécialistes de sport ; les JUDO/LUTTE/BOXE, 222 ; et les GYM/ATHLE/NATA, 270. Le Tableau 6 donne les choix des représentants de chaque spécialité sportive (en ligne) croisés à ceux des représentants des deux autres spécialités (regroupés en colonne). Confrontés aux deux autres familles d'experts, les GYM/ATHLE/NATA sont plus altruistes qu'égoïstes (COULEMOINS1/2). Dans près des deux tiers des cas (64%), ils privilégient le dos-à-dos *harsanyien* (COOPERE). Mais leur espérance de gain est faible : +0,72. C'est significativement moins au T de Student ($T = 2,3$, $\nu = 29$, $p < 0,05$) que les JUDO/LUTTE/BOXE qui remportent +1,1 tout en jouant plus égoïstes qu'altruistes (COULEPLUS1/2, Tableau 6). Cette stratégie *nashienne* est observée de façon moins marquée chez les FOOT/VOLLEY/HAND (COULE dans 58% des cas contre 67% pour les JUDO/LUTTE/BOXE). Leur score de +0,96 est meilleur que celui des GYM/ATHLE/NATA mais de façon non significative ($T = 0,7$, $\nu = 49$, $p < 0,5$ NS). Le bilan est toutefois cruel. Les plus agressifs sont les grands vainqueurs de cette *bataille des nageurs*. Seuls, les plus égoïstes ont décroché un gain sensiblement supérieur à celui qu'auraient obtenu les indécis.

De par leur aisance aquatique, on pensait que les nageurs de club (NATA, au nombre de six) pourraient développer des conduites originales au sein du domaine d'action GYM/ATHLE/NATA. En réalité, un test d'homogénéité (Khi^2) confirme que, dans la distribution de leurs décisions d'enfoncer ou pas leurs camarades sous la surface, ils appartiennent bien à la sous population de spécialistes de sports psychomoteurs : $\chi^2 = 1,5$, $\nu = 3$, $p < 0,5$ NS. Autrement dit, les compétences techniques

aquatiques sont subordonnées aux compétences tactiques inhérentes au domaine d'action motrice.

		JUDO/LUTTE/BOXE & FOOT/VOLLEY/HAND (N = 46)		Gain moyen par coup = + 0,72**
270 batailles*	➔	COOPÈRE	COULE	
GYM/ATHLE/NATA (N = 18)				
	COOPÈRE	84 (31 %)	89 (33 %)	
	COULE	51 (19 %)	46 (17 %)	

		GYM/ATHLE/NATA & FOOT/VOLLEY/HAND (N = 51)		Gain moyen par coup = + 1,1**
222 batailles*	➔	COOPÈRE	COULE	
JUDO/LUTTE/BOXE (N = 13)				
	COOPÈRE	33 (15 %)	40 (18 %)	
	COULE	64 (29 %)	85 (38 %)	

		GYM/ATHLE/NATA & JUDO/LUTTE/BOXE (N = 31)		Gain moyen par coup = + 0,96
342 batailles*	➔	COOPÈRE	COULE	
FOOT/VOLLEY/HAND (N = 33)				
	COOPÈRE	68 (20 %)	75 (22 %)	
	COULE	86 (25 %)	113 (33 %)	

* Résultant de l'addition de 3 sous-groupes de 23, 22 et 19 sportifs expérimentés séparément.

** $p < 0,05$ au T de Student

TABLEAU 6. Résultats des confrontations selon les spécialités sportives.

Effectif des tactiques émises par chaque option sportive (ligne)
vis-à-vis des deux autres (additionnées en colonne) et gain moyen par bataille.
Durant les confrontations, les spécialistes de sports de combat (JUDO/LUTTE/BOXE)
coulent plus souvent leurs camarades que les autres.
Cela leur réussit (espérance de gain : +1,1)

Comme les trois sous-groupes de joueurs ne sont pas appareillés sur le plan du sexe et du poids, il est nécessaire d'affiner les résultats. Afin de voir si la tendance égoïste ou altruiste est bien liée à l'option sportive et non, par effet de chaînage, aux autres facteurs explicatifs (sexe, poids), on procède à une régression logistique à l'aide du logiciel TRI2 de Cibois [2007]. Cette fois-ci, la totalité des 655 tournois – intégrant les batailles des sportifs de même spécialité entre eux – est prise en compte.

Soit la modalité à expliquer : COULEPLUS1/2. Prenons une situation de référence : GYM/ATHLE/NATA MASCULIN POIDLEGER (cf. Tableau 7). La proportion estimée est de 20,9 % de l'effectif. Pour chacune des autres modalités, on calcule les effets marginaux toutes choses égales par ailleurs. Le fait d'être une fille (FÉMININ) agit sur les conduites *nashiennes* (COULEPLUS1/2) à hauteur de +1,5 % ; ce qui est négligeable. Le fait d'être lourd (POIDLOURD) agit également faiblement dans le sens de plus d'égoïsme (+10,2 %). Ces deux éléments se révèlent des tendances statistiquement non significatives. Seule, l'option sportive JUDO/LUTTE/BOXE apparaît significativement explicative à $p < 0,001$ (+34,4 %) de la modalité COULEPLUS1/2. Ce n'est pas du fait de leur sexe et de leur masse que les spécialistes de sports de combat sont plus liés que les

autres aux comportements égoïstes, mais bien parce qu'ils sont spécialistes de sports de combat. On trouve également cette tendance pour les FOOT/VOLLEY/HAND à $p < 0,05$. Durant ce dilemme des nageurs, les spécialistes de sports sociomoteurs sont plus agressifs que les spécialistes de sports psychomoteurs. Cela dit, en l'état de la recherche, il n'est pas possible de dire si cette corrélation relève d'une causation.

Modalité à expliquer : **COUPLEPLUS 1/2**

Situation de référence : **GYM/ATHLE/NATA MASCULIN POIDLEGER** (20,9 %)

<i>Modalités explicatives</i>	<i>Effets marginaux</i>	<i>Khi²</i>	<i>Significativité</i>
FOOT/VOLLEY/HAND	+ 24,5 %	2,85	* Oui ($p < 0,05$)
JUDO/LUTTE/BOXE	+ 34,4 %	18,61	*** Oui ($p < 0,001$)
FÉMININ	+ 1,5 %	0,04	Non
POIDMOYEN	+ 11,3 %	1,99	Non
POIDLOURD	+ 10,2 %	0,84	Non

TABLEAU 7. Régression logistique destinée à repérer les facteurs explicatifs de la modalité COUPLEPLUS1/2. Le poids et le sexe sont sans effet sur les comportements égoïstes – consistant à couler l'autre joueur plus d'une fois sur deux. Par contre, le fait d'être spécialiste de sports sociomoteurs (FOOT/VOLLEY/HAND, JUDO/LUTTE/BOXE) augmente significativement le jeu agressif (COUPLEPLUS1/2).

4. DISCUSSION. NASH PAR KO !

Les spécialistes de sports de combat dominant le jeu de *La bataille des nageurs* en étant plus individualistes qu'altruistes. Bien que sous-optimal, l'équilibre de Nash apparaît plus solide en pratique que l'équilibre d'Harsanyi. Ce résultat mérite discussion. Les grands bénéficiaires du jeu sont ceux qui méprisent l'optimum collectif pour se centrer sur leur propre intérêt individuel. Chaque joueur a intérêt à ne pas participer au *Contrat social*, mais en espérant que les autres ne feront pas comme lui. Ce rôle égoïste correspond à ce qu'on appelle le « passager clandestin » : celui qui profite d'une situation sans en payer les droits d'entrée.

Aussi, le respect d'une éthique collective dans l'intérêt de chacun peut passer par la mise en place de *punitions altruistes*. Il n'y a pas de doute qu'en autorisant le collectif de joueurs à voter au début de chaque séance de natation sur l'élimination d'un joueur de leur choix, les égoïstes auraient vite été mis au pilori, et les décisions altruistes se seraient imposées. Robert Axelrod l'a vérifié sur la base de simulations informatiques : lorsque le jeu du *dilemme des prisonniers* est répété, les tactiques altruistes de type donnant/donnant l'emportent sur les décisions agressives [Mathieu, 1998]. Dans les démocraties, les politiques des pouvoirs publics participent de cette démarche : les dopés sont exclus du sport, les pêcheurs frauduleux sont sanctionnés, les pays en quête d'armements lourds sont contrôlés par les Nations Unies. On punit les contrevenants pour rétablir la confiance. En pérennisant sa droiture, l'individu permet aux autres de l'inclure avec efficacité dans leurs plans d'action.

Le développement personnel, écrit Goffman [1972], est le processus par lequel l'individu apprend à renoncer volontairement à ses possibilités... (p. 139).

Mais attention : les sanctions altruistes ne sont incitatrices que si elles s'appliquent à tous les joueurs, sans exception (ou alors, il faut que les joueurs impunément favorisés ne soient connus d'aucun autre). Si certains nageurs – et pas tous – avaient été autorisés en début de séance à en éliminer d'autres, ils auraient bien vite, durant la partie, subi eux-mêmes les représailles des victimes de l'injustice. Jouer *harsanyien* nécessite une confiance fondée sur une présomption de réciprocité : « je coopère parce que je crois que tu coopères ; et je crois que tu coopères parce que je coopère ». Mais il suffit qu'un trublion resquille pour briser le pacte altruiste et rétablir le repli *nashien*.

Un second élément émergeant de *La bataille des nageurs* mérite d'être soulevé. On constate que les domaines d'action auxquels appartiennent les joueurs exercent une influence coercitive sur leurs stratégies. L'exercice répété de sports de combat ne conduit pas à la simple évacuation de tensions biologiques, comme on le pense spontanément, mais plutôt au renforcement des conduites induites par leur structure de fonctionnement. Les duels sportifs, en magnifiant l'opposition pure et dure, en légalisant les manifestations d'agressivité motrice, sont certainement susceptibles *in fine* de rendre les acteurs plus combattifs que pacifiques.

La conclusion originale de ce travail est l'existence d'une corrélation entre les types de conduites agressives des pratiquants liées à la logique interne de leur spécialité, et les comportements d'opposition qu'ils adoptent dans d'autres spécialités – ici, une situation expérimentale du type *dilemme des prisonniers*. Cette corrélation, régulièrement constatée sur le versant expérimental [Collard, 2004, Oboeuf, Collard, 2008] témoigne de la pertinence d'une distribution des activités physiques et sportives dans des « domaines d'action motrice » définis par leur logique interne [Parlebas, 1999]. La logique interne de chaque pratique influence – selon ses propres caractéristiques – le vécu corporel, les représentations du corps agissant, en somme le « schéma corporel » qui l'accompagne.

BIBLIOGRAPHIE

- AXELROD R., *The complexity of cooperation: Agent-based models of competition and collaboration*, Princeton, Princeton Studies in Complexity, 1997.
- AXELROD R., *Comment réussir dans un monde d'égoïstes : théorie du comportement coopératif*, Paris, Odile Jacob, 2006.
- BARBUT M., « Jeux et mathématiques. Jeux qui ne sont pas de pur hasard », Caillois R. (éd.), *Jeux et sports*, Paris, Gallimard, La Pléiade, 1967, p. 836-864.
- BERNOULLI J., *Lettre à un ami sur les parties de jeu de paume*, *Ars Conjectandi* [1713, posthume], Bruxelles, Impressions Anastaltiques, Culture et Civilisation (1968).
- BOREL E., « Sur les jeux où le hasard se combine avec l'habileté des joueurs », *Compte rendu de l'Académie des sciences* 173, 1924, p. 1304-1308.
- BOREL E., *Théorie mathématique du bridge* [1938], Paris, Jacques Gabay, 1991.
- CAMERER C.-F., *Behavioral Game Theory: Experiments in Strategic Interaction*, Princeton, Princeton University Press, 2003.
- CIBOIS Ph., *Les méthodes d'analyse d'enquêtes*, Paris, Presses Universitaires de France, 2007.
- COLLARD L., *Sport et agressivité*, Méolans-Revel, Adverbum, Désiris, 2004.
- DAWKINS R., *The Selfish Gene*, Oxford, Oxford University Press, 1989.
- EBER, N., *Le dilemme du prisonnier*, Paris, La Découverte, coll. « Repères » 451, 2006.

- GOFFMAN E., *Interaction ritual*, Philadelphia, University of Pennsylvania Press, 1972.
- GUERRIEN B., « Préface », Kreps D.M. (éd.), *Théorie des jeux et modélisation économique*, Paris, Dunod, 1999, p. VIII-XXIV.
- HARSANYI J., “Morality and the theory of rational behavior”, *Social Research* 44, 1977, p. 623-656.
- HARSANYI J., “A new theory of equilibrium selection for games with complete information”, *Games and Economic Behavior* 8, 1995, p. 91-122.
- KAGEL J., ROTH A., *Handbook of Experimental Economics*, Princeton, Princeton University Press, 1995.
- MATHIEU Ph., « Le jeu agité de la coopération », Delahaye J-P. (ed.), *Jeux mathématiques et mathématiques de jeux*, Paris, Pour la Science, 1998, p. 57-63.
- NAGEL R., “Unravelling in Guessing Games: An Experimental Study”, *American Economic Review* 85, 1995, p. 1313-1326.
- NASH J., “Equilibrium points in n-person games”, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 36, 1950, p. 48-49.
- NASH J., “Non-cooperative games”, *Annals of Mathematics* 54, 1951, p. 286-295.
- OBOEUF A., COLLARD L., « Agressivité motrice. Habitudes et transferts dans trois sports collectifs », *Sociologos* 3, 2008, [socio-logos.revues.org/].
- PARLEBAS P., « La motricité ludosportive », Arnaud P., Broyer G., (éds), *La psychopédagogie des APS*, Toulouse, Privat, 1985, p. 335-362.
- PARLEBAS P., *Jeux, sports et société. Lexique de praxéologie motrice*, Paris, INSEP, 1999.
- PASCAL B., « La règle des parties » [1654], *Pensées*, Paris, Gallimard, La Pléiade, 1954.
- ROUSSEAU J.-J., « Du contrat social. Écrits politiques » [1756], *Oeuvres complètes* III, Paris, Gallimard, La Pléiade, 1964.
- SELTEN R., STOECKER R., “End behavior in sequences of finite prisoner’s dilemma supergames: a learning theory approach”, *Journal of Economic Behavior and Organization* 7, 1986, p. 47-70.
- TUCKER A., *A two person dilemma*, Mimeo, Stanford University, 1950.
- VON NEUMANN J., “Zur théorie des gesellschatsspiels”, *Mathematische Annalen* 100, 1928.
- VON NEUMANN J., MORGENSTERN O., *Theory of Games and Economic Behavior*, Princeton, Princeton University Press, 1944.