

Le monde agité de la coopération

JEAN-PAUL DELAHAYE • PHILIPPE MATHIEU

Des mouvements oscillatoires inattendus aident à comprendre pourquoi nous ne sommes pas tous débonnaires.

La simulation des comportements sociaux sur ordinateur montre que, là où tout ne semblait qu'«ordre, calme et volupté», le diable a introduit un maléfice qui ferait douter de ses choix le plus saint des hommes.

Nos recherches systématiques utilisent des ordinateurs puissants qui ont calculé pendant des journées entières ; elles ont montré que les comportements sociaux présentent des aspects oscillatoires inattendus. Ces expériences jettent un doute sur les conclusions généralement admises concernant l'intérêt de la coopération entre entités jouant au «dilemme des prisonniers».

Ce jeu, dont nous indiquerons les règles plus loin, est un modèle naturel pour étudier les mécanismes de coopération entre organismes indépendants ; ceux-ci doivent choisir entre une attitude d'association ou une attitude d'opposition. Aussi les conclusions morales que l'on déduisait des résultats anciens doivent prendre en compte des dynamiques nouvelles que nous avons rencontrées.

S'ASSOCIER OU SE COMBATTRE ?

Deux suspects emprisonnés sont questionnés par la police. Ils s'interrogent : doivent-ils être solidaires l'un de l'autre en n'avouant rien aux policiers ou doivent-ils trahir leur compère pour bénéficier d'une remise de peine ? C'est le dilemme des prisonniers. Pour en illustrer la généralité, examinons le cas économique du travail spécialisé.

Vous êtes meilleur sabotier que votre voisin, lequel est meilleur cultivateur que vous ; votre intérêt commun est de vous spécialiser et de créer une association. Vous resterez dans votre atelier et lui dans son champ, et vous échangerez des sabots contre du blé. Globalement, vous gagnerez chacun, en coopérant ainsi, plus que si vous refusiez de com-

mercer l'un avec l'autre. Pourquoi ? Parce que, si vous ne coopérez pas, vous seriez obligé de passer une partie de votre temps à faire des sabots et une autre partie à cultiver votre blé, tâche où vous êtes inefficace. Vous pourriez être tenté d'aller voler le blé de votre voisin ! Est-ce une bonne politique ? Vous en tirez un bénéfice immédiat, mais vous risquez alors de vous fâchez définitivement avec lui. Toute coopération future est alors interdite, et vous perdez le bénéfice des échanges. Il en va de même si votre voisin vole vos sabots.

Ce type de situations apparaît dans un grand nombre de contextes : en économie, en biologie, en sciences politiques, en psychologie, en sociologie, en stratégie militaire, en informatique, etc. Dans ces situations, chaque joueur a le choix entre la coopération – *c* – et la trahison – *t* – (le vol des biens du voisin amenant la dispute) ; l'intérêt commun est la coopération, alors que l'intérêt individuel est la trahison (le voleur gagne plus). Les gains des entités dans un tel jeu sont fonction de leurs choix. Indiquons les paramètres, classiques mais adaptables, du dilemme du prisonnier.

Si les deux entités coopèrent – ce que l'on note [*c, c*] –, toutes deux gagnent journalièrement trois points, et la «production quotidienne» globale est de six points.

Si l'une trahit et l'autre coopère – [*t, c*] –, celle qui trahit et exploite son adversaire gagne cinq points, et l'autre, qui se fait bernier, ne gagne rien. La production quotidienne est cinq points au lieu de six : un voleur fait baisser la production générale !

Si les deux entités trahissent simultanément (défiance mutuelle, conflit, etc.) – [*t, t*] –, cela leur coûte du temps et de l'énergie et, de plus, elles perdent le bénéfice des échanges de compétence. On convient qu'alors elles ne gagnent chacune qu'un point chaque jour.

Dans une telle situation de dilemme des prisonniers, ce qu'a fait votre adversaire les jours précédents influera sur votre décision de coopérer ou de trahir. Nous n'envisagerons ici pas d'autres valeurs de points gagnés, mais les conclusions obtenues ne dépendent pas du choix, pourvu qu'on respecte les principes généraux du jeu.

Il y a une vingtaine d'années, en utilisant des simulations informatiques, Robert Axelrod, de l'Université du Michigan, a mis en évidence une stratégie simple appelée DONNANT-DONNANT (ou TIT FOR TAT), souvent efficace : «Le premier jour je coopère et, les jours suivants, je joue comme mon adversaire a joué la veille.»

Cette stratégie associe un certain nombre de bonnes propriétés qui expliquent son succès :

- Elle est gentille : elle ne prend jamais l'initiative de la trahison.

- Elle est réactive : contrairement à la stratégie LUNATIQUE qui décide de coopérer ou de trahir au hasard en tirant à pile ou face à chaque coup, la stratégie DONNANT-DONNANT détermine le comportement d'un joueur en fonction de ce que fait son partenaire.

- Elle est permissive, ce que n'est pas la stratégie RANCUNIÈRE. Cette stratégie règle son jeu sur le principe «je coopère jusqu'à ce que mon adversaire trahisse et, si cela arrive, alors je trahis toujours».

- Elle est simple, ce qui est avantageux en première analyse.

L'existence de stratégies plus complexes réussissant mieux que DONNANT-DONNANT dans des contextes nombreux et variés a été prouvée : c'était l'une des conclusions d'un article précédent (voir *L'altruisme perfectionné*, *Pour la Science*, mai 1993). Les stratégies proposées par les lecteurs de la revue nous ont permis de la vérifier.

Ainsi la stratégie GRADUELLE, moins simple et plus efficace que DONNANT-DONNANT, est : «Je coopère, mais, lorsque mon adversaire me trahit, je réplique par une série de *N* trahisons successives, où *N* est le nombre de trahisons passées de mon adversaire, suivie de deux étapes de coopération ayant pour objet de renouer une phase de coopération.»

TOURNOIS ET SIMULATIONS ÉCOLOGIQUES

On compare les stratégies à l'aide de deux types de compétitions : les tournois (a) et les simulations écologiques (b).

Dans les tournois, chacune des stratégies étudiées joue contre chaque autre (par exemple, lors d'une confrontation



1. Le dilemme des prisonniers modélise les interactions sociales lorsque existe une tentation de tricherie ou de vol. Pour que la coopération ait lieu, ce qui est l'attitude globalement la plus payante, il faut que chacun résiste à la tentation de tricher. Dans cet exemple, les deux acteurs sont un sabotier et un cultivateur. La coopération est symbolisée par c et la trahison par t . Si sabotier et cultivateur coopèrent (situation $[c, c]$), chacun fait ce qu'il sait bien

faire et procède à des échanges avec son voisin. Le profit général est de 6 F répartis équitablement entre les deux travailleurs. Si l'un des deux protagonistes vole le bien de son voisin (situation $[t, c]$), le voleur gagne 5 F et le volé ne gagne rien. Le voleur obtient un bon revenu, mais son action coupable fait baisser le rendement général. Dans la troisième situation $[t, t]$ de non-coopération et de surveillance mutuelle, le sabotier et le cultivateur gagnent chacun 1 F seulement.

de 100 coups) ; on compte les points gagnés par chaque stratégie lors de ses diverses confrontations, et on les additionne. La stratégie qui totalise, lors de la confrontation, le plus grand nombre de points gagne le tournoi.

Le tableau du tournoi permet de calculer des simulations écologiques qui sont beaucoup plus intéressantes. La sélection entre stratégies n'autorise que la victoire des stratégies robustes, contrairement aux tournois où gagnent parfois des stratégies spécialement adaptées à un environnement déterminé, mais incapables de se maintenir quand l'environnement change.

Dans les simulations écologiques, on prend un certain nombre de copies des stratégies que l'on veut faire concourir, par exemple 100 exemplaires de DONNANT-DONNANT, 100 exemplaires de GRADUELLE, 100 exemplaires de LUNATIQUE. On confronte alors chacune des 300 stratégies aux 299 autres. Le total des points gagnés par chaque stratégie détermine l'effectif de sa descendance : celle-ci est proportionnelle au nombre de points qu'elle a obtenus. On calcule les effectifs nouveaux en supposant que l'effectif total reste inchangé (300), et l'on obtient ainsi la deuxième génération. La troisième génération est calculée de la même façon à partir de la deuxième, etc.

Une stratégie peut être mal classée lors d'un tournoi et, pourtant, gagner la simulation écologique. On constate le

plus souvent que les stratégies méchantes (qui prennent l'initiative de trahir) se font éliminer rapidement. Cela favorise les stratégies qui souffraient d'être trop coopératives et se faisaient exploiter par les méchantes ; leurs effectifs remontent donc, ce qui entraîne dans la grande majorité des cas l'apparition d'un mélange de stratégies gentilles. Un moment arrive où chaque stratégie restante coopère tout le temps avec toutes les autres. Dès cet instant, les effectifs ne changent plus : les gains sont équitablement répartis, et les descendance restent proportionnelles aux effectifs, maintenant fixés.

Dans ce modèle de comportement social, le voleur obtient un profit substantiel aux dépens du volé, et aucune religion, police ou armée n'est là pour favoriser les comportements coopératifs ; pourtant, la mécanique mathématique du jeu conduit à un univers apaisé et idyllique où seuls les gentils perdurent et où voleurs et exploiters disparaissent.

Ce type de conclusions correspond à une philosophie optimiste du monde ; elle sert d'ailleurs parfois d'arguments aux théories politiques anarchistes et aux théories économiques libérales les plus extrémistes qui y voient la preuve que ni la religion ni l'État ne sont nécessaires au bon fonctionnement des sociétés.

Malheureusement, ce que nous voyons sur terre n'est pas le monde de coopération généralisée prévu par la

théorie. Où est la faille ? Le modèle utilisé est-il trop simple ? Peut-être, mais aucune complication du modèle n'a donné de conclusions bien claires. Aussi vaut-il mieux le conserver, au moins dans un premier temps, et examiner d'autres facteurs.

LE MONDE N'EST PAS COMPOSÉ DE GENTILS

Un modèle est sérieusement envisagé par les spécialistes de la théorie de l'évolution : il fait intervenir des mutations. Dans la simulation écologique, aucune stratégie nouvelle n'apparaît jamais : il n'y a pas de mutations, et c'est d'ailleurs pourquoi elle est appelée ainsi et non pas simulation évolutionniste. Dans un monde où soudainement apparaissent par mutation des stratégies méchantes exploitant une société de coopération généralisée, ces mutants méchants déstabilisent le bel équilibre. Des simulations utilisant la technique des algorithmes génétiques (les morceaux de programmes constituant les stratégies subissent aléatoirement des mutations et des croisements) confirment cette hypothèse. C'est une première explication de la non-convergence constatée du monde réel vers la coopération généralisée.

Une autre explication s'appuie sur la trop grande simplicité des simulations informatiques réalisées jusqu'à présent. Il a été établi (par exemple, avec