

LOGIQUE & CALCUL

Adoucir son comportement ou le durcir

Les simulations des diverses stratégies qu'il est possible d'adopter dans le « dilemme itéré du prisonnier » indiquent que, dans les grands ensembles sociaux, il est préférable d'être coopératif, surtout au début.

Jean-Paul DELAHAYE et Philippe MATHIEU

Le « dilemme itéré du prisonnier » est un modèle mathématique permettant d'évaluer les choix stratégiques envisageables dans le monde social, politique ou économique. Il nous conseille sur l'attitude à adopter face à un éventuel associé susceptible de comportements soit coopératifs [organiser un covoiturage, mener des travaux en commun, s'échanger des outils, etc.], soit agressifs [se bousculer pour passer le premier, exercer une concurrence commerciale, se disputer un bien, etc.].

Trop simple pour modéliser toute la complexité des interactions entre associés, ce dilemme autorise cependant une étude par simulation informatique, qui enrichit notre compréhension et dont les résultats contredisent souvent l'intuition. Une conclusion tirée des simulations de grands ensembles d'individus jouant à ce jeu est qu'il vaut mieux être coopératif qu'agressif. C'est un peu vague et, d'ailleurs, ce n'est pas vrai de façon absolue : la stratégie la plus coopérative ne réussit pas très bien. Une analyse plus fine est nécessaire pour savoir quand et comment la coopération est souhaitable.

La méthode que nous avons utilisée est celle des « transformations d'ensembles massifs de stratégies ». Elle consiste à définir des procédés généraux qui modifient légèrement tous les éléments d'un grand ensemble de stratégies en les rendant plus coopératives ou plus agressives. Puis nous mesurons l'effet de ces transformations à l'aide de confrontations généralisées entre stratégies dans des arènes évolutives

variées. Les résultats obtenus sont étonnamment stables et indiquent les transformations bénéfiques ou pénalisantes.

Pour commencer, explicitons ce qu'est le dilemme du prisonnier. Deux entités sont soumises à ce « jeu » si chacune doit choisir entre coopérer (c) et trahir (t). Elles sont rétribuées par R points si chacune joue c, par P points si chacune joue t, et reçoivent respectivement T et S points si l'une joue t et l'autre c. On écrit cela : $[c, c] \rightarrow R+R$, $[t, t] \rightarrow P+P$ et $[t, c] \rightarrow T+S$. Les valeurs classiques sont $T=5$, $R=3$, $P=1$, $S=0$.

Coopérer ou trahir ?

L'expression « dilemme du prisonnier » se rapporte à un récit imaginaire. On arrête deux suspects armés devant une banque. Un interrogateur essaie d'établir qu'ils étaient sur le point de mener une attaque. Si l'un avoue, c'est-à-dire trahit son complice, et l'autre n'avoue pas et ne dénonce pas son complice, situation notée $[t, c]$, celui qui avoue est libéré (rétribution de $T=5$ années de remise de peine), celui qui n'a pas avoué va en prison 5 ans (rétribution nulle, $S=0$, il écope du maximum prévu pour le délit). Si les deux

complices restent solidaires, $[c, c]$, ils vont 2 ans en prison chacun pour port illégal d'armes (remise de $R=3$ années de liberté par rapport aux 5 ans du pire cas). Si les deux bandits avouent, $[t, t]$, ils vont chacun 4 ans en prison (remise de peine d'une année pour les remercier de leurs aveux, $P=1$).

Un comportement rationnel conduit à la trahison, qui produit un meilleur résultat que la coopération. En effet, si l'autre entité coopère, j'obtiens 5 points en trahissant (t) et seulement 3 points en coopérant (c) ; si l'autre entité trahit, j'obtiens 1 point en trahissant (t) et 0 en coopérant (c). Autrement dit, le choix t est toujours meilleur que le choix c. On parle de dilemme, car les complices emportent à eux deux 6 points en jouant $[c, c]$ alors qu'ils en gagnent moins en jouant $[c, t]$ et encore moins en jouant $[t, t]$. L'intérêt collectif est de jouer $[c, c]$, mais une analyse individuelle conduit à $[t, t]$ qui est, collectivement, le pire cas !

Le dilemme est dit itéré quand la situation du choix est répétée. Jouer consiste alors à choisir une stratégie qui, compte tenu du passé, indique comment jouer le coup suivant. La méthode la plus simple pour comparer des stratégies consiste à organiser des tournois. Chaque stratégie qui y participe rencontre chaque autre (par exemple dans un face-à-face comportant 10 étapes) et cumule les points gagnés à chaque étape lors de chaque rencontre. On classe alors les stratégies ayant participé en fonction du total des points récoltés (voir les encadrés pages 81 et 82-83).

À côté du classement des stratégies par des tournois, il existe des méthodes de tests



plus subtiles auxquelles ne réussissent que les stratégies robustes. Les « compétitions écologiques » consistent ainsi à mettre plusieurs exemplaires de chaque stratégie à tester dans une arène virtuelle où l'on organise un tournoi. Selon les points gagnés dans ce tournoi, on fait évoluer les effectifs des stratégies, ce qui définit une seconde génération : le nouvel effectif d'une stratégie est proportionnel à la fois à l'effectif initial et au nombre de points gagnés dans le tournoi par chaque exemplaire de la stratégie. Par la même méthode, on obtient une troisième génération, et ainsi de suite. On maintient l'effectif total constant.

Les stratégies gagnantes sont celles dont les effectifs deviennent les plus grands. Leurs bons classements ont donc une signification plus profonde que celui tiré d'un simple tournoi. Les conclusions classiques sur le dilemme itéré sont les suivantes :

– Il n'y a pas de stratégies surclassant toutes les autres, mais certaines sont mauvaises dans pratiquement tous les environnements possibles (aussi bien en tournoi qu'en compétition écologique), alors que d'autres réussissent assez bien dans des environnements variés. C'est le cas de la célèbre stratégie *Donnant-donnant* qui coopère au premier coup, puis choisit au coup n ce qu'a choisi son adversaire au coup $n - 1$.

– Les stratégies efficaces ont souvent les caractéristiques suivantes : *a*) elles sont réactives : elles répondent quand on les trahit, comme le fait *Donnant-donnant* ; *b*) elles ne prennent pas le risque de trahir : elles commencent par coopérer et, face à un adversaire qui coopère, elles ne trahissent pas ; *c*) elles savent être indulgentes : après une trahison de l'adversaire, elles finissent par pardonner pour renouer la coopération.

Les compétitions écologiques confirment fréquemment les résultats obtenus en tournoi, mais en amplifient les contrastes. On y observe de plus un phénomène étonnant : sauf dans de très rares cas, l'arène finit par ne contenir que des stratégies qui ne prennent jamais l'initiative de trahir. Après quelques générations, l'arène est donc occupée par des stratégies qui ne jouent entre elles que des coups $[c, c]$. L'arène se trouve alors dans un état de

Face-à-face, tournoi, compétition écologique

FACE-À-FACE. La stratégie *Donnant-donnant* commence par coopérer, puis joue au coup n ce que l'adversaire a joué au coup $n - 1$. La stratégie *Per-cct* joue périodiquement $c, c, t, c, c, t, \dots$ (c = coopère, t = trahit).

Leur face-à-face dans une rencontre en 10 étapes donne :

<i>Donnant-donnant</i>	$c\ c\ t\ c\ t\ c\ t\ c\ t$
Points gagnés	$3\ 3\ 0\ 5\ 3\ 0\ 5\ 3\ 0\ 5 \rightarrow 27$
<i>Per-cct</i>	$c\ c\ t\ c\ t\ c\ t\ c\ t$
Points gagnés	$3\ 3\ 5\ 0\ 3\ 5\ 0\ 3\ 5\ 0 \rightarrow 27$

À la première étape, *Donnant-donnant* et *Per-cct* coopèrent, $[c, c]$, et chacune gagne 3 points d'après les règles de rétribution $[c, c] \rightarrow 3 + 3$, $[t, t] \rightarrow 1 + 1$, $[t, c] \rightarrow 5 + 0$.

La seconde étape est à nouveau $[c, c]$, la troisième $[c, t]$, etc., ce qui conduit, après 10 étapes de face-à-face, à 27 points pour *Donnant-donnant* et autant pour *Per-cct*.

TOURNOI. Dans cette situation, chaque stratégie joue contre chaque autre, y compris elle-même, et on compte les points gagnés. On en tire un classement (a).

La stratégie *Méchante* (qui trahit à chaque coup) est gagnante. La moins

bonne est *Gentille* (qui coopère toujours).

COMPÉTITION ÉCOLOGIQUE. Partant d'une arène de 100 exemplaires de chaque stratégie (100 *Gentille*, 100 *Méchante*, etc.), arène appelée génération 1, on calcule une génération 2 en fixant pour chaque stratégie un effectif proportionnel au nombre de points qu'elle a gagnés lors d'un tournoi entre les stratégies de la génération 1 : les meilleures stratégies ont de plus grandes « descendances ». Le total des effectifs est maintenu à 400. On calcule de la même façon une génération 3 à partir de la génération 2, etc. On observe sur les courbes d'effectifs (b) que *Donnant-donnant* s'impose magistralement alors que *Méchante* (gagnante du tournoi), après une période de croissance, se fait éliminer. *Donnant-donnant* est la meilleure des quatre stratégies : elle est la seule à survivre avec un petit nombre de *Gentille*. Pour gagner à long terme, être le vainqueur du tournoi ne suffit pas ; si votre force provient de l'exploitation des faibles, dès qu'ils seront éliminés, vous perdrez.

a

	Gentille	Méchante	Donnant-d.	Per-cct	Total ligne
Gentille	30	0	30	21	81
Méchante	50	10	14	38	112
Donnant-d.	30	9	30	27	96
Per-cct	36	3	27	24	90

