

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... (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 t
Points gagnés	3 3 0 5 3 0 5 3 0 5 → 27
<i>Per-cct</i>	c c t c t c t c t c
Points gagnés	3 3 5 0 3 5 0 3 5 0 → 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] → 3 + 3, [t, t] → 1 + 1, [t, c] → 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

