

PAS DE BAIGNOIRE EN OR MASSIF MAIS JE FAIS PARTIE DU 1%

ELISABETH LAVILLE

est fondatrice d'Utopies,
membre du collectif
1% for the Planet.
Chaque année,
Utopies reverse
1% de son chiffre d'affaires
lié à ses offres
climat/biodiversité
à la protection de
l'environnement.

Rejoignez le mouvement sur
onepercentfortheplanet.fr



**FOR THE
PLANET®**

Comment les parasites sculptent les paysages végétaux

Marc-André Selosse

Pourquoi les forêts tropicales sont-elles généralement bien plus riches en espèces d'arbres que les forêts tempérées ? La réponse est liée aux microorganismes du sol et à l'« effet Janzen-Connell » proposé il y a cinquante ans par deux écologues américains.





Les forêts tropicales (ici dans la région de Puntarenas, au Costa Rica) présentent généralement une grande diversité d'arbres : jusqu'à plusieurs centaines d'espèces par hectare. Une diversité qui peut s'expliquer par l'effet Janzen-Connell.

L'ESSENTIEL

> Les microorganismes du sol qui parasitent des plantes favorisent les forêts très diverses, comme les forêts tropicales, en y empêchant chaque espèce de proliférer.

> Des champignons mycorrhiziens favorisent au contraire les forêts peu diverses, telles que

les forêts tempérées, en aidant certaines espèces végétales à s'imposer.

> L'action des microorganismes du sol explique aussi les successions végétales, ces étapes successives de colonisation d'un sol nu qui aboutissent à une forêt.

L'AUTEUR



MARC-ANDRÉ SELOSSE
professeur au Muséum national d'histoire naturelle (Paris), ainsi qu'aux universités de Gdansk, en Pologne, et de Kunming, en Chine

Dans les régions tempérées, les forêts sont pauvres en espèces d'arbres. Même dans les réserves où le forestier n'intervient pas, telles que la Réserve intégrale de la forêt de Fontainebleau ou celle de Białowieża, entre Pologne et Biélorussie, quelques espèces seulement dominent. Rien à voir avec l'hyperdiversité des forêts tropicales où aucune espèce n'a le dessus : il y en a plusieurs centaines par hectare (voir la photo pages 40-41), jusqu'à 650 à Bornéo par exemple. En comparaison, tout le territoire européen, lui, abrite moins de 500 espèces d'arbres, en incluant les espèces introduites !

Cette différence a longtemps interrogé les écologues : il semble aujourd'hui que ces contrastes ne soient pas dus aux différences climatiques, mais orchestrés par les microorganismes du sol, qui jouent une partition différente dans chaque cas. Ce mécanisme, longtemps sous-estimé, explique aussi d'autres aspects de la végétation qui nous entoure.

A priori, un écologue s'attend à ce que sur un même hectare de forêt, la compétition ne laisse prospérer que quelques espèces : la situation des forêts tempérées semble donc plutôt intuitive. En effet, chaque espèce possède sa propre niche écologique, c'est-à-dire la gamme de conditions (éclairage, fertilité, acidité du sol, etc.) où elle se développe. Quand deux espèces ont des niches qui se recouvrent en partie, l'une ou l'autre prend le dessus là où les deux peuvent vivre. Quand deux espèces ont exactement la même niche, l'une ou l'autre est exclue par compétition. C'est le principe de « l'exclusion de niche » : il y a toujours un meilleur compétiteur et la seule façon d'échapper à cette fatalité est d'avoir une niche au moins en partie différente des autres espèces. Un hectare de forêt ne comprend que quelques niches écologiques, par exemple à cause de variations locales de la composition du sol. La compétition laisse donc de la place à un petit nombre d'espèces, comme c'est le cas en forêt tempérée.

Mais alors, peut-on vraiment croire qu'un hectare de forêt tropicale contienne des centaines de niches écologiques différentes ? La

situation régnant sous les tropiques interroge. En 1970 et 1971, deux écologues américains, Daniel Janzen et Joseph Connell, proposèrent indépendamment l'un de l'autre une réponse à cette interrogation. Ils partaient tous deux d'un même paradoxe. D'un côté, la quantité de graines déposées autour d'une plante mère tropicale décroît avec la distance. D'un autre côté, bizarrement, la quantité de jeunes plantes de même espèce augmente avec cette distance. La survie de celles-ci est donc d'autant meilleure qu'on s'éloigne de la plante mère (voir l'encadré page 43).

PARASITES ET COMPÉTITION

Ces deux chercheurs se sont rendu compte que la plante adulte attire autour d'elle des pathogènes du sol, à savoir des bactéries, des champignons ou des insectes. Bien installée, elle survit à leur accumulation tandis que, plus fragiles, les jeunes plantules succombent, d'autant plus qu'elles sont proches de la plante mère et de son cortège de pathogènes.

Cela a une conséquence majeure pour les espèces partageant la même niche écologique. À cause des pathogènes, l'installation d'une espèce bride sa propre prolifération. Une autre espèce vivant dans la même niche, mais avec des pathogènes différents, peut donc s'y installer pourvu que les ressources restent suffisantes. La compétition exige en effet une densité suffisante d'individus pour qu'il y ait concurrence ; tant que les ressources restent suffisantes, plusieurs espèces ayant une niche écologique similaire peuvent donc coexister. C'est pourquoi, en forêt tropicale, il y a plus d'espèces que de niches.

Ainsi, l'effet Janzen-Connell, comme on l'appelle, découle de deux faits. D'une part, la compétition n'agit qu'au-delà d'une certaine densité ; d'autre part, chaque espèce a ses parasites spécifiques.

Daniel Janzen et Joseph Connell étaient cependant des écologues de terrain, et non des modélisateurs ou des théoriciens. C'est sans doute pourquoi leurs idées ont tardé à percer. Elles n'ont commencé à s'imposer dans les théories écologiques que dans les années 1990 à 2000.

Nombre d'écologues se sont mis à étudier l'effet Janzen-Connell, d'abord en se concentrant sur une seule espèce pour simplifier.

Ainsi, en 2000, Alissa Packer et Keith Clay, de l'université de l'Indiana, ont démontré rigoureusement cet effet sur le cerisier noir, *Prunus serotina*. La survie des plantules de ce cerisier américain à 16 mois est de 20% à moins de 5 mètres d'un adulte, mais de 90% à 30 mètres. Résultat: la distance moyenne entre deux cerisiers noirs adultes est de 30 à 50 mètres.

Les chercheurs ont évalué le rôle des parasites en faisant germer des plantules en pot, dans des sols prélevés sous les adultes ou à distance de ceux-ci. Ils ont alors constaté que les plantules survivaient mieux dans le sol prélevé à distance. Toutefois, s'ils stérilisaient le sol local et le sol distant, la survie était aussi bonne dans les deux cas: débarrassés de vie microbienne, les deux sols avaient une fertilité identique. Enfin, s'ils réintroduisaient dans les sols stérilisés des parasites prélevés sous les *Prunus* adultes, en particulier des champignons oomycètes du genre *Pythium*, la survie chutait alors de 65%.

D'autres chercheurs ont ensuite élargi l'étude de l'effet Janzen-Connell à la densité de plantules. En 2010, des équipes des universités d'Oxford et de Sheffield ont analysé l'influence de cette densité sur un arbre d'Amérique tropicale de la famille de l'hévéa, *Pleradenophora longicuspis*. En pépinière comme sur le terrain, au Belize, le nombre de plantules survivantes au bout de cinq semaines augmentait avec la densité de graines, jusqu'à 1000 graines par mètre carré (c'est élevé, mais rappelons-nous qu'il s'agit de très jeunes plantules) puis décroissait au-delà. Était-ce l'effet de la compétition, ou d'une meilleure transmission des pathogènes? En appliquant des fongicides, les chercheurs ont observé une plus grande survie quelle que soit la densité de graines; de plus, le nombre de plantules augmentait avec la densité de graines jusqu'à... 3000 graines par mètre carré. C'est à cette densité que démarre donc la compétition entre plantules, alors que l'influence des champignons pathogènes s'exerce dès 1500 graines par mètre carré environ, bien en deçà du seuil requis pour la compétition (voir la figure page 45). Deux phénomènes se combinent ainsi autour des adultes: le recrutement de pathogènes par ces derniers, et la densité des plantules qui améliore la transmission des pathogènes. Tous deux inhibent le développement de l'espèce dans son voisinage et l'empêchent d'y entrer en compétition avec une autre.

Cela a-t-il bien un effet au niveau des communautés, où plusieurs espèces sont présentes simultanément? En 2010, deux équipes américaines ont étudié cet aspect de la question. Scott Magnan, de l'université du Wisconsin, et ses collaborateurs se sont intéressés aux arbres de deux forêts tropicales du Panama. Ils ont d'abord évalué l'intensité de l'inhibition par les sols

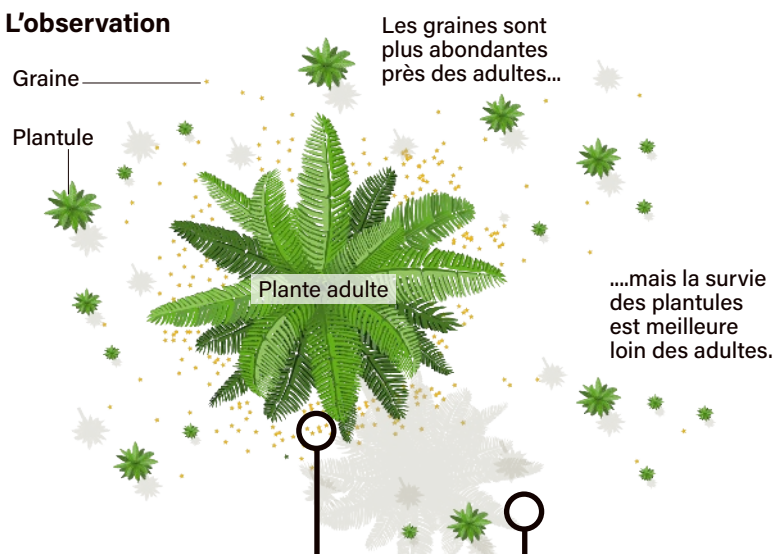
L'EFFET JANZEN-CONNELL

L'effet Janzen-Connell est dû aux bactéries, champignons, nématodes et autres microorganismes du sol qui parasitent les végétaux. Ces derniers finissent par proliférer dans l'environnement d'un arbre (plus généralement d'une plante) et par attaquer

les jeunes plants de la même espèce. Moins aptes à se défendre que les adultes, ces plantules se développent moins bien ou meurent. Elles parviennent toutefois à s'installer à distance des adultes, où les parasites – peu mobiles – sont absents ou plus rares. Si l'on

stérilise le sol, cet effet de la distance disparaît. Les parasites contenus dans le sol étant souvent propres à une espèce végétale, leur effet est de libérer de l'espace aux espèces végétales concurrentes, qui peuvent s'installer.

L'observation



L'expérimentation

