

UNE RÉTROACTION NÉGATIVE OU POSITIVE

Au cours de son développement, une plante entraîne la prolifération des microorganismes du sol qui interagissent avec ses racines. Certains lui sont défavorables, par exemple certaines bactéries ou des nématodes. D'autres lui sont favorables, par exemple les champignons mycorhiziens qui nourrissent la plante par ses racines, ou encore certaines bactéries qui vivent près des racines et les protègent contre les parasites. Selon l'espèce de la plante et le sol où elle se développe, l'un de ces

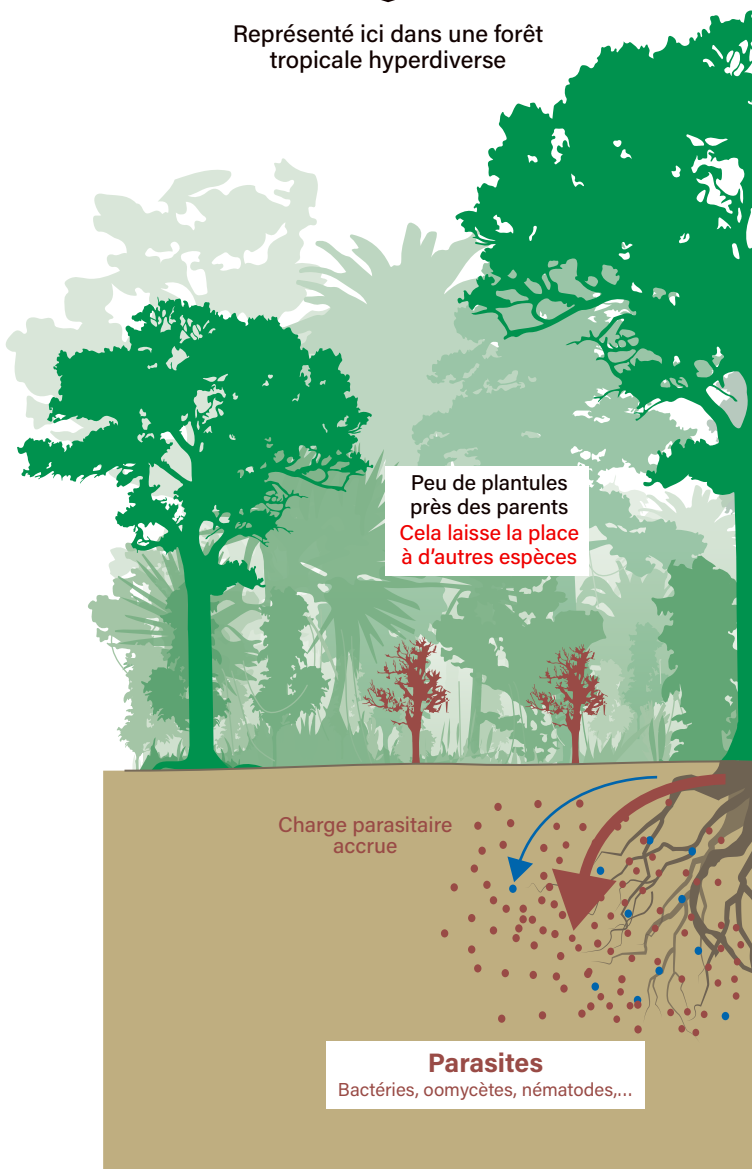
deux groupes d'organismes est davantage stimulé que l'autre.

Si la plante attire surtout des parasites, le sol rétroagit de façon négative : c'est l'effet Janzen-Connell. Dans ce cas, les plantules de la même espèce poussent mal, ce qui laisse du champ libre à des espèces végétales concurrentes, dont les parasites sont différents. Les communautés végétales où domine le recrutement de parasites du sol, comme la plupart des forêts tropicales, sont très diversifiées en espèces, avec une faible population de chacune de celles-ci.

Si la plante attire surtout des microorganismes qui lui sont favorables, le sol rétroagit de façon positive : c'est l'effet Janzen-Connell inversé. Dans ce cas, les plantules de la même espèce trouvent des alliés souterrains et survivent mieux. Les communautés végétales où domine le recrutement de microorganismes favorables, comme les forêts tempérées, sont peu diversifiées en espèces. Les espèces ainsi avantagées ont des effectifs importants et sont parfois envahissantes.

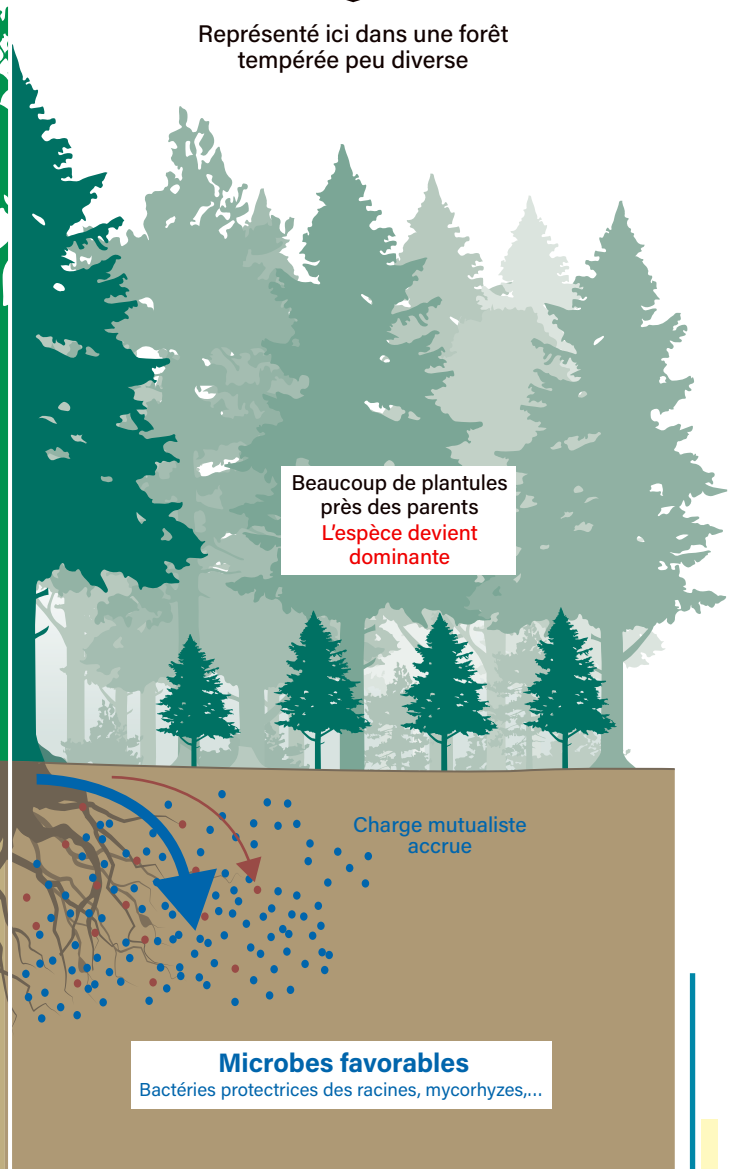
Effet Janzen-Connell = rétroaction négative

Représenté ici dans une forêt tropicale hyperdiverse



Effet Janzen-Connell inversé = rétroaction positive

Représenté ici dans une forêt tempérée peu diverse



collectés sous des adultes de même espèce en comparant la croissance des plantules sur ce sol avant et après stérilisation. Puis ils ont mis en rapport cette inhibition avec l'abondance spontanée de l'espèce dans la nature, où elle coexiste avec d'autres espèces. Ils ont constaté dans les deux forêts que plus une espèce s'auto-inhibe, plus elle est rare en forêt. Dans une communauté végétale, l'effet Janzen-Connell module donc l'abondance de telle ou telle plante.

De son côté, l'équipe de Liza Comita, de l'université du Minnesota, a suivi au cours du temps la survie de plus 30 000 plantules appartenant à 180 espèces d'arbres dans une autre forêt du Panama. Au cours de cette étude colossale, les écologues ont aussi pris soin de décrire le voisinage de chaque plantule. Ils ont constaté que la coexistence avec des adultes ou des plantules n'a pas d'effet sur la survie quand ceux-ci appartiennent à d'autres espèces, mais que cette coexistence diminue très fréquemment la survie lorsqu'ils appartiennent à la même espèce. De plus, là encore, l'effet inhibiteur est d'autant plus intense que l'espèce est rare à l'état adulte.

Ainsi, l'effet Janzen-Connell joue un rôle crucial dans l'hyperdiversité des forêts tropicales, parce qu'à l'échelle de la communauté végétale, il réduit considérablement les effets de l'exclusion par compétition – la fameuse exclusion de niche – entre espèces occupant la même niche écologique.

Bien sûr, il existe d'autres raisons à la rareté d'une espèce, comme le fait de ne vivre que dans une niche écologique rare, telle qu'un sol très acide, très salé, etc. Mais la distribution spatiale des espèces et leur capacité à en laisser d'autres s'installer s'expliquent souvent par l'effet Janzen-Connell. Jana Petermann, de l'université de Zurich, a montré en 2008 que l'effet Janzen-Connell contribue aussi à la diversité des herbes des prairies de nos régions tempérées. L'accumulation de pathogènes dans le sol y explique d'ailleurs une pratique empirique des agriculteurs pour améliorer les rendements, la rotation des cultures. En effet, cette pratique prive de leur plante nourricière, pendant une ou deux années, les parasites spécifiques accumulés dans le sol l'année précédente, ce qui les tue.

UN EFFET INVERSE DANS LES FORÊTS PAUVRES EN ESPÈCES

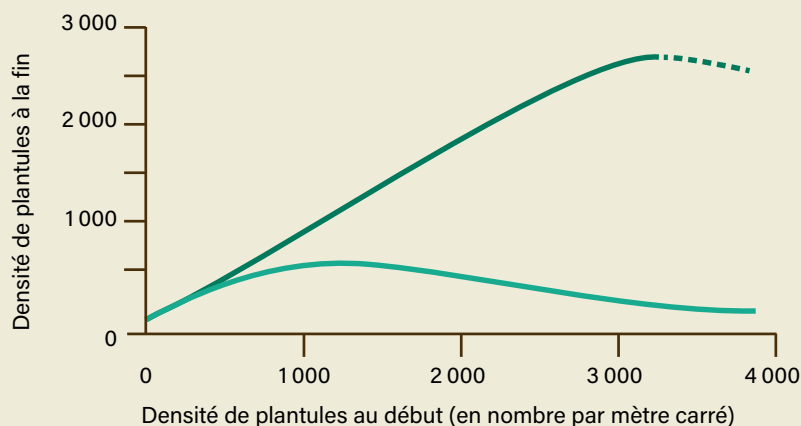
Comme nous l'avons vu, l'effet Janzen-Connell favorise la diversité végétale, mais il s'est révélé que, sous une forme différente, il appauvrit en espèces certaines forêts. C'est d'abord le cas de quelques forêts tropicales exceptionnelles et en apparence paradoxales. En Asie continentale du Sud-Est, ces forêts sont composées d'un petit nombre d'espèces

de la famille du hêtre (les Fagacées) et de celle des Diptérocarpacées (proches parents de nos cistes). Ailleurs, sous les tropiques, il existe ici ou là des portions de forêts dites «monodominantes», car une seule espèce d'arbres y domine. En Afrique par exemple, il s'agit de forêts où *Gilbertiodendron dewevrei*, dont le bois est connu sous le nom de «limbali», représente jusqu'à 90% des arbres. En Amérique du Sud, comme en Guyane, l'espèce *Dicymbe corymbosa* représente par endroits plus de 80% des individus. Ces forêts évoquent celles des régions tempérées, pauvres en espèces d'arbres.

Comment expliquer l'existence de telles forêts? Par une particularité racinaire que partagent les arbres de toutes ces forêts. Comme la plupart des plantes, ils associent leurs racines à des champignons qui les aident à se nourrir dans le sol et à se défendre des pathogènes, en échange de sucres issus de la photosynthèse. Cette association à bénéfice mutuel est appelée mycorhize, ce qui signifie littéralement champignon-racine, à cause de la structure mixte formée par les deux partenaires dans le sol. La mycorhize est, justement, le sujet de recherche de mes équipes.

Dans les forêts tropicales et dans nos prairies, où l'effet Janzen-Connell favorise la diversité, ces mycorhizes impliquent des champignons appartenant au groupe des glomérormycètes. Ceux-ci forment des mycorhizes avec les trois quarts des plantes, par exemple le cerisier noir sur lequel Alissa Packer et Keith Clay ont démontré l'effet Janzen-Connell. Les arbres des forêts tempérées et tropicales monodominantes s'associent en revanche avec des champignons d'autres espèces, qui forment une

La survie des plantules de l'arbre tropical *Pleradenophora longicuspis* dépend de leur densité. Si l'on exclut les champignons pathogènes du sol, la compétition entre plantules élimine des individus à partir d'une densité très élevée (plus de 3 000 graines par mètre carré). Mais en présence de ces champignons, les plantules disparaissent à partir d'une densité deux fois inférieure. En effet, à partir de cette densité, en l'absence de compétition, les champignons se propagent efficacement entre les plantules.



Si l'on applique un fongicide, la compétition entre plantules commence à jouer à 3 000 graines par mètre carré.

Sans fongicide, une mortalité accrue se manifeste dès 1 500 graines par mètre carré.