Évolution d'une symbiose obligatoire : les fourmis agricultrices de Fidji

Publié le 04.04.17 | Par Guillaume Chomicki

Caractéristiques du mutualisme symbiotique entre une espèce de fourmi, Philidris nagasau et un genre de plante, Squamellaria.

1. Importance des mutualismes symbiotiques

Les symbioses – littéralement « vivre ensemble » – regroupent des organismes qui s'associent durant tout ou une partie de leur cycle de vie. Les symbioses peuvent être mutualistes (c'est-à-dire impliquer une coopération réciproque entre organismes), ou encore parasites (lorsqu'un seul des partenaires bénéficie de cette association, aux dépens de l'autre). Les mutualismes symbiotiques ont forgé l'histoire de la vie sur Terre. Un rapide coup d'œil sur les grandes étapes de l'histoire évolutive des derniers 1,2 milliards d'années révèle que beaucoup d'entre elles sont liées à l'évolution de nouveaux mutualismes symbiotiques. L'origine des Eucaryotes résulte d'une symbiose avec ce que nous appelons maintenant les mitochondries, celle de la lignée verte avec les chloroplastes. Les mycorhizes, apparues au début du Dévonien, ont participé grandement à la conquête de la terre par les plantes. Dernier exemple : des symbioses entre invertébrés et dinoflagellés ont mené à l'apparition des récifs coralliens il y a au moins 240 millions d'années. Ceux-ci regroupent aujourd'hui plus d'un quart des espèces marines dans une superficie équivalente à la moitié de la France.

Les mutualismes (symbiotiques ou non) varient dans leur degré de spécificité : certains consistent en des associations facultatives entre un grand nombre d'espèces, alors que d'autres sont obligatoires pour la survie et concernent des associations spécialisées entre quelques partenaires très spécifiques. Cette variation au niveau du degré de spécialisation des mutualismes dans les communautés est considérée comme essentielle pour le fonctionnement des écosystèmes et pour le maintien de la biodiversité. On peut également noter qu'une dépendance obligatoire à un mutualisme peut engendrer une potentielle « cascade de co-extinction ».

2. Mutualismes symbiotiques entre plantes et fourmis

Les fourmis sont bien connues pour former de nombreux mutualismes, notamment avec les plantes, tels que les mutualismes de défense impliquant des nectaires extrafloraux (petites glandes produisant du nectar sur les feuilles de plus de 3 000 espèces de plantes vasculaires. Ceux-ci offrent une récompense sucrée aux fourmis qui sont attirées sur la plante en question et s'attaquent aux herbivores. Autre type de relation entre ces partenaires : la myrmécochorie, c'est-à-dire la dispersion de graines par des fourmis, qui en retour se nourrissent d'une expansion de la graine riche en lipides et protéines : l'élaïosome. Plusieurs milliers d'espèces de plantes possèdent des graines à élaïosomes qui sont ainsi dispersées par les fourmis. Il existe aussi des symbioses entre plantes et fourmis – exclusivement tropicales – où la plante offre aux fourmis une maison, appelée domatie (structure végétale modifiée permettant aux fourmis de nicher). En retour, les fourmis défendent leur hôte contre les herbivores. La spécialisation de ces symbioses est difficile à cause d'un conflit inhérent : ces symbioses sont dites à transmission horizontale (par opposition à verticale), ce qui signifie qu'elles doivent se réassembler *de novo* à chaque génération. Ces symbioses commencent donc par un stade très critique où les partenaires (plantes et fourmis) ne sont pas encore associés, et où l'investissement dans la reproduction des partenaires se fait aux dépens de la symbiose.

3. *Philidris nagasau*, une fourmi qui se lance dans la monoculture aux îles Fidji

Aux îles Fidji, une fourmi de la sous-famille des Dolichoderinées semble avoir résolu ce conflit : cette dernière cultive son hôte, et donc contrôle entièrement sa dispersion. Cette fourmi vit dans les domaties de plantes épiphytes (qui poussent sur les arbres) du genre *Squamellaria* (Rubiacées, famille du caféier et de la garance voyageuse), et se nourrit en partie de nectar offert par la plante.



Figure 1 - Domatie de *Squamellaria* (ici *S. major*), abritant une colonie de fourmis de l'espèce *Philidris nagasau*.

Auteur(s)/Autrice(s) : Guillaume Chomicki – Licence : CC-BY-NC

Philidris nagasau collecte les graines de son hôte, les plante dans des fissures d'écorce d'arbres, et patrouille autour de ces graines tout au long de leur germination pour éviter qu'elles ne soient mangées ou attaquées. Elle crée donc des méta-colonies de plantes (parfois plus de 50 plantes sur un même arbre), habitées par une seule colonie de fourmis. Les fourmis y gagnent le gîte et le couvert (les chercheurs parlent de *bed and breakfast*) mais les plantes ne sont pas en reste. Dès que les semis atteignent une taille d'environ deux centimètres de diamètre, et que leur domatie commence à se développer avec une toute petite cavité (qui à ce stade ne peut encore rien offrir aux fourmis), les travailleuses entrent dans la cavité de ces semis et défèquent, offrant ainsi aux jeunes semis une source d'azote et de phosphore essentielle dans un milieu limité en nutriments.

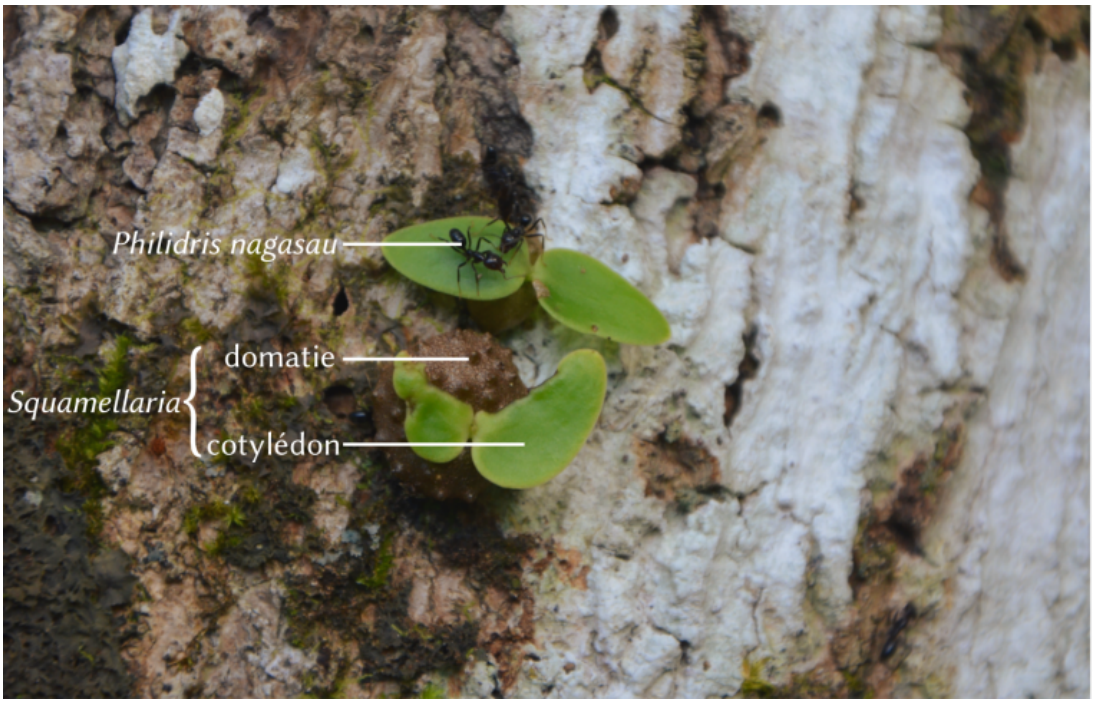


Figure 2 - *Squamellaria* et *Philidris nagasau*, les deux partenaires d'une association symbiotique.

Auteur(s)/Autrice(s) : Guillaume Chomicki – Licence : CC-BY-NC

Les fourmis continuent à fertiliser leurs hôtes tout au long de leurs vies, et défendent également leurs hôtes contre les herbivores. Cette symbiose est obligatoire pour les deux partenaires : en l'absence de fourmis (expérience d'exclusion), ces plantes deviennent chlorosées au bout de quelques mois, attaquées par des insectes et finissent par mourir. De l'autre côté, les fourmis sont entièrement dépendantes de leurs hôtes pour nicher. Alors que les fourmis arboricoles ont la capacité de créer leur propre nid en agglomérant des détritus végétaux avec des sécrétions, *Philidris nagasau* a perdu la capacité de créer son propre nid (capacité pourtant existante chez les autres espèces de *Philidris*). C'est ce que l'on appelle une perte compensée d'un trait, phénomène que l'on retrouve dans de nombreux mutualismes spécialisés, comme la perte de la capacité à synthétiser certains acides aminés essentiels chez des aphides (« pucerons ») qui les obtiennent via des bactéries endosymbiotiques.

Chez les espèces de *Squamellaria* non associées aux fourmis *Philidris nagasau*, les domaties croissent directement suite à la germination de la graine. Par contre, chez les espèces associées à *Philidris*, il y a d'abord croissance de l'hypocotyle, ce qui permet d'éviter que les domaties ne soient piégées dans l'écorce de l'arbre. Ce trait morphologique nouveau, propre aux espèces pratiquant la symbiose avec *Philidris nagasau* est appelé hypocotyle-pied.

Cette symbiose n'est pas sans rappeler les jardins de fourmis d'Amérique latine, où des fourmis collectent des graines de différentes plantes épiphytes et les plantent dans leur nid, ce qui permet de le stabiliser, et de profiter du nectar extrafloral produit par certains de ces épiphytes. Mais ces relations sont souvent facultatives, et il s'agit d'une véritable mini-communauté qui est cultivée par les fourmis qui peuvent survivre sans. Il s'agit donc de symbioses souvent généralistes et facultatives. En ce qui concerne les fourmis des deux îles fidjiennes étudiées où cette symbiose est présente, *Philidris nagasau* cultive essentiellement une seule espèce de plante formant alors une monoculture, ce qui rappelle les agricultures les plus complexes, comme celles des fourmis coupe-feuille des Néotropiques, ou encore l'agriculture moderne humaine. Cette symbiose fidjienne est donc une nouvelle page dans l'histoire des interactions entre plantes et fourmis.

4. Référence

Chomicki, G. and Renner, S.S. 2016. Obligate plant farming by a specialized ant. ***Nature Plants*** 2: 16181.

CRÉDITS

AUTEUR(S)/AUTRICE(S)

Guillaume Chomicki

A obtenu sa thèse de doctorat en 2016 à l'université de Munich, et est maintenant chercheur dans le département de Plant Sciences de l'université d'Oxford. Ses recherches portent sur l'évolution de la coopération entre espèces, en particulier entre plantes et fourmis.

MISE EN LIGNE

Pascal Combemorel

Agrégé de SVT, il est le responsable éditorial du site Planet-Vie depuis septembre 2016.

LICENCE DU TEXTE DE L'ARTICLE



Creative Commons - Attribution - Pas d'utilisation commerciale