



← En Malaisie, un scarabée (à droite) suit une fourmi légionnaire, en toute impunité, sans craindre les terribles mandibules. C'est qu'il a rendu ses différences invisibles : physiquement, comportementalement, et même chimiquement, il a tout d'une fourmi !

poussant à adopter des comportements parfois aberrants qui favorisent la transmission.

Par exemple, un crustacé d'eau douce du genre *Gammarus* « devient fou » quand il est infecté par le ver trématode *Microphallus papillorobustus* et se met à tourner à la surface du plan d'eau attirant à son insu ses prédateurs : des oiseaux hôtes définitifs du parasite en question. La liste de telles prises de contrôle de l'hôte est longue et tous les cas sont fascinants, mais les parasites ont d'autres cordes à leur arc, notamment quand il s'agit d'échapper aux défenses de leur hôte.

LE MIMÉTISME DES PARASITES

Le parasite peut opter pour le mimétisme afin de duper son hôte et laisser ouvert le filtre de rencontre. Quelque 40 % des espèces de coucous utilisent cette stratégie. Chez le coucou gris *Cuculus canorus*, l'œuf ressemble à ceux des passereaux dans le nid desquels, profitant de leur absence, la femelle pond. Au passage, elle consomme un de leurs œufs qu'elle remplace par le sien. Les parents devenus adoptifs à leur corps défendant assurent ensuite la couvaison. Le petit coucou éclôt plus tôt que ses colocataires et élimine les œufs de ses hôtes en les jetant hors du nid. Ainsi, les parents passereaux s'occupent-ils de lui seul sans se rendre compte qu'il n'est pas de leur espèce. Cette manipulation entraîne un coût très important pour les passereaux hôtes qui échouent dans leur propre reproduction, mais le filtre de rencontre était béant et le mimétisme de l'œuf du coucou a ouvert le filtre de compatibilité.

Ce mimétisme se rencontre également à l'échelle moléculaire, l'interaction du papillon du genre *Phengaris* et la fourmi hôte *Myrmica schencki* l'illustrant. Les chenilles produisent sur leur cuticule des molécules, des hydrocarbures, similaires à celles que produisent les larves des hyménoptères. Leurée, une fourmi qui rencontre cette chenille pense à tort qu'il s'agit d'une larve de sa colonie et la ramène au sein de la fourmilière où elle sera traitée comme une des leurs et bénéficiera de tous les soins (alimentation et protection...) nécessaires à son développement. À ce camouflage chimique s'ajoute parfois un raffinement supplémentaire de type sonore : la chenille de l'Azuré de la croisette *Phengaris rebeli*, une fois dans la fourmilière de *Myrmica schencki*, émet des sons semblables à ceux de la reine et profite alors d'une attention toute particulière de la part des ouvrières. Certains *Phengaris*, dont l'Azuré du serpolet *Phengaris arion*, vont jusqu'à dévorer les œufs des fourmis (*Myrmica sabuleti* ou *M. scabrinodis*) qui les hébergent.

Un autre cas étonnant est celui de coléoptères de la famille des Staphylinidae et de plusieurs espèces de fourmis légionnaires, c'est-à-dire dont les colonies sont nomades et se déplacent en nappes ne laissant rien sur leur passage lors de leurs migrations (c'est la *mara-bunta*, en espagnol). L'intrus passe inaperçu dans la colonie (voir la photo ci-dessus) pourtant redoutablement inhospitalière, où il profite du vivre et du couvert en mimant l'aspect, le comportement et, à l'instar de *Phengaris*, la composition chimique de la surface de la cuticule de ses « congénères ».

La stratégie du mimétisme et l'invisibilité qui en découle peuvent aller plus loin. En effet, si les hôtes sont dotés de systèmes de défense parfois très complexes, mettant en jeu des acteurs cellulaires et moléculaires, avec ou non des systèmes de mémoire, des parasites échappent parfois à la vigilance du système immunitaire de bien des manières et le mimétisme en est une. De la sorte, non reconnu comme du non-soi, l'intrus peut se développer. Certains insectes parasitoïdes tirent profit de leur proximité phylogénétique pour synthétiser des molécules similaires à celles de leurs hôtes insectes.

NEUTRALISER L'IMMUNITÉ

La guêpe parasitoïde *Venturia canescens*, qui pond ses œufs dans un autre insecte (un lépidoptère) *Ephesia kuehniella* en est une illustration parfaite. Ici, les œufs du parasitoïde sont recouverts d'une protéine qui présente de fortes homologues avec la protéine P42 que l'hôte synthétise naturellement notamment au niveau des hémocytes (les cellules immunitaires des invertébrés). Les œufs du parasitoïde deviennent invisibles aux « yeux » des hémocytes de l'hôte.

Deux précautions valant mieux qu'une, la même espèce de guêpe a une autre corde à son arc : son ADN contient le génome d'un virus, un nudivirus désormais domestiqué, qui constitue une arme biologique redoutable. Le génome vestigial code, dans les ovaires de l'insecte, la production de vésicules lipidiques, des liposomes, qui renferment des protéines immunosuppressives produites par la guêpe et injectées avec ses œufs dans le corps de la chenille, également d'*Ephesia kuehniella* (voir l'encadré page ci-contre). Là, les pseudovirus infectent

les hémocytes de la chenille et les inactivent. Le papillon a peu de chances de voir le jour...

La ressemblance de ces molécules trouve parfois son origine dans l'échange de matériel génétique au cours de l'évolution entre deux protagonistes, par exemple *via* des éléments transposables, c'est-à-dire des éléments génétiques mobiles qui se déplacent dans le génome et d'un génome à un autre. De fait, dans certaines relations hôte-parasite, on retrouve des fragments d'ADN communs dans les génomes des deux organismes qui ne partagent pas d'ancêtre commun suffisamment proche pour justifier cette proximité génétique : elle ne s'explique donc que par un transfert génétique horizontal. On trouve ainsi des séquences génomiques de la bactérie *Wolbachia* dans le génome de son hôte, le crustacé terrestre *Armadillidium vulgare*.

D'autres parasites, incapables de synthétiser des molécules proches de celles de leurs hôtes, les empruntent pour s'en recouvrir et passer inaperçus. Grâce à ces mécanismes de camouflage moléculaire, souvent très efficaces, le parasite est alors moins, voire plus du tout, détecté par le système immunitaire de son hôte.

Se cacher dans des organes où le système immunitaire est le moins efficace, le plus tolérant au non-soi, est une autre façon d'échapper aux défenses de l'hôte. Ces organes sont, par exemple, en contact direct avec l'extérieur, et donc davantage exposés aux antigènes (là, pour éviter un emballement, le système immunitaire est bridé) ou encore soumis à une réaction inflammatoire qui limiterait leur fonctionnement de base. Parmi ces organes jouant le rôle d'impasse immunitaire, citons l'œil, le cerveau, l'utérus ou encore les testicules. Si l'hôte favorise leur protection, il n'en reste pas moins que les parasites qui parviennent à y trouver refuge deviendront quasiment invisibles, même s'ils se retrouvent dans les yeux de leur hôte comme le fait le nématode parasite *Onchocerca volvulus* dans le cas de l'onchocercose ou cécité des rivières.

Ces techniques parasitaires de mimétisme et de camouflage prennent parfois un tour plus dynamique. Le cas du *Plasmodium*, l'agent du paludisme (première parasitose humaine en termes de morbidité avec 229 millions de personnes malades et 409 000 décès en 2019) en est une illustration. Le parasite, un unicellulaire, synthétise une protéine grâce à laquelle il se fixe et infecte les globules rouges de son hôte

L'ADN d'une guêpe contient le génome d'un virus transformé en une redoutable arme biologique