

MARC- ANDRÉ SELOSSE



« La notion d'organisme véhicule une vision du monde qui dissimule les interactions avec les microbes »

Nous sommes parfois surpris de découvrir ce que nous devons à notre microbiote : nutrition, santé, métabolisme, développement, système nerveux, comportement... rien ne semble lui échapper. Comment expliquer cette dépendance ?

Marc-André Selosse : La notion de phénotype (du grec *pheno*, « apparence ») étendu peut nous aider. Cette idée selon laquelle les organismes ne sont pas seulement construits par leur génome est née de l'opposition au tout-génétique qui a accompagné l'émergence de la biologie du développement dans les années 1960. Par exemple, en 1982,

BIO EXPRESS

Marc-André Selosse est professeur au Muséum national d'histoire naturelle, à Paris, et aux universités de Gdansk, en Pologne, et de Kunming, en Chine.

l'évolutionniste anglais Richard Dawkins a consacré un ouvrage à ce phénotype étendu. Le phénotype, c'est la forme et le fonctionnement de l'organisme. Certes, une partie résulte des gènes, comme les caractéristiques de la main, des yeux, du cœur... mais une autre est constituée d'éléments collectés dans le milieu, par exemple un maquillage de la paupière. Bien sûr, la capacité à recruter ces objets extérieurs est génétique. Cependant, ce que nous mobilisons a été construit autrement, indépendamment de notre génome.

Le phénotype étendu implique des choses inertes, comme la coquille récupérée par un bernard-l'ermite ou l'argile du nid d'une guêpe maçon. D'autres sont vivantes, c'est le cas du poisson-clown de l'anémone de mer.

Le microbiote fait-il partie du phénotype étendu ?

Marc-André Selosse : Oui, c'est en quelque sorte un phénotype étendu en dedans. Tous les macroorganismes, animaux et plantes, ont un microbiote diversifié et impliqué dans diverses fonctions. Constatant cette universalité, la microbiologiste américaine spécialiste de la symbiose Lynn Margulis a utilisé dans les années 1990 le mot «holobionte» pour définir l'ensemble composé par le macroorganisme, animal ou végétal, et les microbes qu'il héberge. L'idée est toutefois plus ancienne. Le biologiste et philosophe allemand Adolf Meyer-Abich avait publié dès 1943 une «théorie de l'holobiose», selon laquelle «tous les organismes [...] se sont développés par des holobioses entre des formes d'organismes plus simples [...]. En d'autres termes, cela signifie que les organes et les unions d'organes se sont développés à partir d'organismes à l'origine indépendants». Il appelait *Holobionten* les macroorganismes résultant d'holobiose ! Oubliée, en partie à cause des accointances nationales-socialistes de Meyer-Abich, cette vision est convergente jusque dans les mots employés avec celle de Margulis, qui semble ne pas l'avoir connue.

L'idée reste néanmoins tardive en histoire des sciences. Trois facteurs au moins ont retardé la prise de conscience que des interactions biologiques avec les microbiotes construisent les fonctions des macroorganismes. D'abord, il s'agit d'un phénotype étendu largement internalisé, donc peu visible, d'autant moins que les protagonistes sont microbiens. C'est une grande leçon : nous sommes souvent prisonniers d'une vision macroscopique. Nous sommes trop gros pour voir le monde biologique, dominé par des êtres unicellulaires de 1 à 100 micromètres de diamètre.

Un second problème est notre vision compétitive et prédatrice de la vie : par exemple, dans la théorie de l'évolution proposée par Darwin, c'est la compétition et la pression des prédateurs qui induit la sélection naturelle. Des courants de pensée biologiques, philosophiques ou politiques, souvent francophones, ont suggéré dès le XIX^e siècle qu'il puisse exister des relations mutualistes, c'est-à-dire à bénéfices réciproques, mais notre vision de la biologie les a peu prises en compte. Peut-être parce que compétition et prédation (ou parasitisme) engendrent des accidents bien repérables, qui mettent sur la voie des interactions incriminées. Les interactions

qui sous-tendent l'holobionte posent moins directement question : elles permettent juste... un fonctionnement normal, qui semble aller de soi. Elles sont l'équivalent des trains qui arrivent à l'heure : ils sont les plus nombreux, mais on préfère parler des autres.

La pratique de la science échappe-t-elle à ce biais ?

Marc-André Selosse : Probablement pas, ou bien est-ce lié à la façon dont la société veut et finance une recherche directement «utile», au sens où elle résout des problèmes identifiés ? De fait, des recherches sur les microbes utiles avaient eu lieu dès la fin du XIX^e siècle, par exemple sur les bactéries fixatrices d'azote qui aident les légumineuses à se nourrir, mais elles restaient des exceptions, éloignées d'une vision globale du vivant. Il est significatif que l'émergence du concept d'holobionte ait,

L'émergence du concept d'holobionte a coïncidé avec la découverte par la médecine qu'un microbiote défaillant contribue à diverses maladies

chez l'humain, coïncidé avec la découverte par la médecine qu'un microbiote défaillant contribue à des maladies du métabolisme (diabète, obésité), du système immunitaire (asthme, allergies, maladies auto-immunes) ou du comportement (autisme). Le dysfonctionnement attire l'attention, comme les trains en retard.

Pour en revenir à notre difficulté à prendre conscience des interactions entre microbiotes et macroorganismes, quel est le troisième problème que vous vouliez souligner ?

Marc-André Selosse : Rien moins que notre vision du monde vivant ! Sans doute en lien avec notre vision de la société, elle est basée sur les «individus» vus comme unités élémentaires du vivant, «indivisibles» par étymologie. Penser en termes d'atomes du vivant pour les macroorganismes n'engage pas à y chercher des microbiotes ! Notre biologie classique traite des «organismes», eux aussi vus comme des entités

