

L'AUTEUR



HERVÉ LE GUYADER
professeur émérite de biologie
évolutive à Sorbonne Université,
à Paris

LE PLUS VIEUX PARASITE DU MONDE

**Que sont ces mystérieux tubes à la surface
de coquillages vieux de 510 millions d'années?**

Bactéries, organismes unicellulaires, végétaux, animaux... On trouve des parasites dans toutes les grandes familles du vivant. Mais depuis quand existent-ils et, surtout, qui étaient leurs hôtes? La réponse n'est pas simple, car si les paléontologues ont trouvé de nombreux fossiles de parasites, dont certains datant du Cambrien (il y a entre 541 et 485 millions d'années), rares sont ceux retrouvés avec leur hôte. Il est donc très difficile de retracer l'évolution du phénomène lui-même. Néanmoins, tout récemment, une équipe autour de Zhifei Zhang, Luke Strotz et Timothy Topper, de l'université Northwest, à Xi'an, en Chine, a découvert un organisme qui pourrait bien être le plus vieux parasite connu, fixé pour l'éternité sur son hôte fossilisé.

Le parasitisme correspond à une interaction durable particulière de deux organismes vivants. Pour sa nutrition et sa reproduction, le parasite tire profit de son hôte qui en subit donc un effet négatif, d'intensité variable suivant les cas. Mettre

en évidence un parasitisme ancien nécessite donc non seulement de trouver une trace d'interaction durable de deux organismes, mais aussi de montrer qu'elle est délétère pour l'un.

En 2005, Dieter Waloszek, alors à l'université d'Ulm, en Allemagne, et ses collaborateurs ont décrit des larves fossilisées du Cambrien supérieur (~490 millions d'années) qui présentent des ressemblances frappantes avec celles des pentastomides actuels. Or ces crustacés sont des parasites des voies respiratoires de vertébrés terrestres (reptiles, oiseaux, mammifères). On peut donc penser qu'au Cambrien aussi, les pentastomides étaient des parasites. Dans une synthèse parue en 2015, Kenneth De Baets, de l'université Friedrich-Alexander, à Erlangen-Nuremberg, en Allemagne, et Timothy Littlewood, du Muséum d'histoire naturelle de Londres, ont ainsi proposé qu'il s'agissait des plus anciens parasites fossiles décrits.

Toutefois, sans hôtes identifiés, impossible d'être sûr que les pentastomides étaient déjà des parasites à



Ces brachiopodes formaient des communautés de milliers d'individus, nappant les fonds marins cambriens d'une prairie hérissée.

Si plus de la moitié des spécimens avec tubes étudiés en Chine ne portaient que 1 à 3 tubes, il n'était pas rare d'en trouver avec 4, 5 ou 6 tubes.



Brachiopode
Neobolus wulongqingensis
Longueur: env. 7 cm

EN CHIFFRES

12 000

On a répertorié quelque 12 000 espèces fossiles de brachiopodes, contre 461 espèces actuelles. Avec leurs quelque 9 200 espèces connues, les bivalves (ou lamellibranches) les ont largement supplantés aujourd'hui.

205

Pour parvenir à leurs conclusions, Zhifei Zhang et ses collègues ont étudié 205 brachiopodes fossiles avec tubes et 224 sans tubes.

16

Un brachiopode fossile portait 16 tubes à lui seul. Mais les chercheurs ont observé qu'au-delà de 3 tubes, le nombre de tubes n'influe plus sur la croissance du brachiopode.



–509 millions d'années) de la Chine du Sud, dans l'est du Yunnan. Les brachiopodes sont des animaux à symétrie bilatérale dont la coquille est constituée de deux valves de plan de symétrie différent de celui des bivalves que l'on rencontre sur nos côtes, comme les moules ou les coquilles Saint-Jacques. Constituant une douzaine de familles dès le début du Cambrien, ils ont eu leur plénitude dans l'Ordovicien (il y a entre 485 et 443 millions d'années), mais se sont effondrés lors de l'extinction de la fin du Permien, il y a environ 252 millions d'années. Le nombre d'espèces actuelles est ainsi très réduit.

SUR DE VIEUX BRACHIOPODES CHINOIS

Le brachiopode *Neobolus wulongqingensis* domine la formation géologique étudiée en Chine: on y distingue de denses concentrations de milliers d'animaux quasiment jointifs. Leur exceptionnelle fossilisation permet de remarquer que la majorité des coquilles sont encroûtées par des tubes allongés, biominéralisés. Un tel animal, qui en utilise un autre comme support, est appelé un «épibionte». Toutefois, difficile de préciser à quelle famille ces tubes appartiennent: alors que certaines parties molles des brachiopodes sont parfois préservées, il n'en est pas de même pour ces animaux encroûtants, si bien qu'il est impossible de les classer dans un embranchement.

Néanmoins, s'appuyant sur l'abondance de spécimens, les paléontologues ont constaté que ces épibiontes n'existent que sur des brachiopodes. De plus, l'ouverture de leur tube est toujours >

Plus cette extrémité du tube est proche de la base de la coquille et plus il s'est fixé tôt sur le brachiopode durant son développement.

Sur tous les spécimens examinés, le tube se prolongeait jusqu'au bord de la coquille.

l'époque. Ce que concluent les deux chercheurs en insistant sur l'importance de la reconstitution des phylogénies pour cerner les origines des parasitismes, à défaut d'une description des relations entre parasites et hôtes dans les temps anciens.

C'est dans ce contexte que Zhifei Zhang et ses collègues se sont lancés dans l'étude de mystérieux organismes incrustés sur les coquilles de brachiopodes du Cambrien inférieur (étage 4, de –514 à

> dirigée vers la commissure antérieure des deux valves, ce qui indique une relation temporelle importante, car cela signifie que la croissance du tube suit celle de la coquille. En d'autres termes, plus le tube est long par rapport à la longueur de la coquille, plus la fixation de l'épibionte est ancienne.

UN PARASITE CLEPTOMANE

Dans la faune marine actuelle, on connaît bon nombre de cas d'épibiontie qui n'affectent pas l'animal support, par exemple des annélides ou des algues sur des huîtres ou des coquilles Saint-Jacques. Le tube serait-il lui aussi un épibionte sans effet néfaste, et donc non parasitaire? Le gisement chinois est si riche que les chercheurs ont pu réaliser des études statistiques sur la taille des coquilles des brachiopodes. Ils ont ainsi montré que les animaux portant des tubes encroûtants présentaient une biomasse moyenne inférieure à ceux qui n'en portaient pas, signe que l'interaction a eu un effet délétère sur l'hôte.

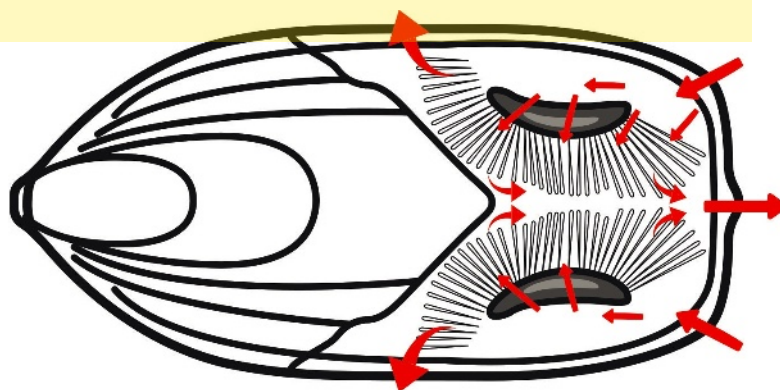
Par ailleurs, ils ont remarqué une corrélation forte entre la distance du point d'attachement du tube par rapport au bord postérieur de la coquille (le bord relié à l'autre valve) et la biomasse des brachiopodes: plus le tube est attaché près du bord postérieur, plus la biomasse est faible. Or la distance du point d'attachement du tube reflète le moment où, durant la croissance du brachiopode, l'épibionte s'est accroché, et donc la durée de l'interaction. Ainsi, les brachiopodes qui ont vécu une longue interaction durable avec des épibiontes présentent une biomasse inférieure à celle d'animaux ayant eu une interaction courte.

On peut assimiler ce phénomène à une perte de valeur sélective (ou succès reproducteur), étant donné que la reproduction de tels animaux est dépendante de leur biomasse. La valeur sélective étant amoindrie, le brachiopode souffre de son épibionte: c'est donc un parasitisme.

Comment, dans ce cas, l'animal a-t-il souffert de son épibionte? Les chercheurs sont partis de leur première observation: les tubes encroûtants débouchent près de la commissure des deux valves. Or les brachiopodes sont des animaux filtreurs, qui réalisent un courant d'eau perpétuel à l'intérieur de leur coquille. Ce dernier est organisé par un organe à l'anatomie complexe, le lophophore, recouvert de cellules ciliées. Certains lophophores ont été fossilisés, et la comparaison avec la structure et le

UNE CONFIGURATION OPTIMALE

Les brachiopodes sont des animaux filtreurs qui se nourrissent grâce aux courants d'eau qu'engendre un organe complexe muni de cils, le lophophore (ci-dessous celui d'une lingule). La circulation (flèches) est telle que l'eau entre à environ 45° par rapport à l'axe de l'animal (ici horizontal) et ressort le long de cet axe. Or Zhifei Zhang et ses collègues ont montré que sur les brachiopodes fossiles découverts en Chine, les parasites s'installaient préférentiellement à environ 45° par rapport à l'axe de ces animaux, là où, justement, le flux entrant est maximal...



fonctionnement des brachiopodes actuels permet de déterminer avec précision la situation de l'entrée des courants d'eau laminaires dans la coquille. Or une autre étude statistique montre que l'ouverture des tubes encroûtants se situe préférentiellement à ces points d'entrée. La conclusion est simple: l'animal épibionte était également filtreur, et il captait les particules nourricières portées par les courants d'eau. En quelque sorte, il volait la nourriture de son hôte, d'où la dénomination de «cleptoparasite» – un nom que l'on donne aussi, par exemple, aux frégates qui dérobent les proies des autres oiseaux marins.

Il est vraisemblable que, dans le cas présent, le parasitisme soit obligatoire pour l'épibionte, c'est-à-dire la condition de sa survie, car on ne l'a trouvé nulle part ailleurs, comme sur les trilobites et les cailloux. Il y a donc établissement d'une interaction durable avec l'hôte. Or le cleptoparasitisme est très rare dans la faune marine actuelle. Serait-ce parce que ce stade devrait naturellement évoluer vers une interaction parasitaire plus intime, à l'instar de celle d'un crustacé, la sacculine, et de certains crabes, où la sacculine, au départ probablement simple épibionte, est ensuite entrée dans son hôte? On n'en a pas encore la démonstration. ■



Hervé Le Guyader a récemment publié: **Biodiversité: le pari de l'espoir**, (Le Pommier, 2020).

BIBLIOGRAPHIE

Z. Zhang et al., **An encrusting kleptoparasite-host interaction from the early Cambrian**, *Nat. Commun.*, vol. 11, article 2625, 2020.

T. L. F. Leung, **Fossils of parasites: what can the fossil record tell us about the evolution of parasitism?**, *Biol. Rev.*, vol. 92, pp. 410-430, 2017.

K. De Baets et D. T. J. Littlewood, **The importance of fossils in understanding the evolution of parasites and their vectors**, *Advances in Parasitology*, vol. 90, pp. 1-51, 2015.

D. Waloszek et al., **A new Late Cambrian pentastomid and a review of the relationships of this parasitic group**, *Earth & Environ. Sci. Trans. R. Soc. Edinb.*, vol. 96, pp. 163-176, 2005.