

L'AUTEUR



HERVÉ LE GUYADER
professeur émérite de biologie
évolutive à l'université
Pierre-et-Marie-Curie, à Paris

THE WALKING HEAD

Mignons et fascinants, les tardigrades restaient une énigme pour les zoologistes. L'étude de leur génome a révélé une facette inattendue de leur anatomie et pour le moins glaçante...

Antoni Van Leeuwenhoek, scrutateur inlassable de l'infiniment petit, en observa-t-il sous son microscope ? Il n'en parle pas, et c'est l'entomologiste allemand Johann Goeze qui, un siècle plus tard, en 1773, est le premier à décrire ces étranges animaux. Frappé par leur curieuse démarche sous le microscope, il les appelle « oursons d'eau ». Trois ans plus tard, le naturaliste italien Lazzaro Spallanzani les baptise du nom de « marcheurs lents », en latin *tardus gradus* – au pluriel *tardigrada*, les tardigrades. Il ne croyait pas si bien dire.

Ces petits animaux, qui mesurent 0,1 à 1,7 millimètre, semblent avoir conquis tous les milieux. On les trouve des glaces polaires à l'équateur, à des altitudes supérieures à 6000 mètres dans l'Himalaya ou inférieures à 4000 mètres dans les océans. Lentement, ils colonisent les mousses et

les lichens, les sables des déserts et les sédiments marins, s'installant dans le moindre interstice. Certains sont parasites et vivent sur les branchies de lamellibranches (des mollusques marins) ou les pattes de crustacés. Leur trompe munie de stylets perforateurs leur permet de se nourrir, par exemple, de cellules de mousses ou de lichens, mais aussi de nématodes... ou d'autres tardigrades.

Ces animaux doivent leur résistance exceptionnelle à leur aptitude à passer en « cryptobiose », un état physiologique où le métabolisme est totalement arrêté, l'organisme devenant indestructible. Cette propriété les autorise à survivre dans des conditions environnementales hors norme, *a priori* interdites à tout organisme vivant. Mais ce n'est pas tout. Leur anatomie, qui commence à être bien décryptée, se révèle tout aussi étrange...

Les oursons d'eau se déplacent lentement sur leurs quatre paires de pattes

Leur très petite taille autorise la déshydratation rapide de la cavité corporelle. Ils entrent alors dans un état latent indestructible, la cryptobiose.

Les tardigrades sont ovipares. En conditions défavorables, les œufs sont résistants, à paroi épaisse. En saison favorable, ils ont une paroi mince et se développent immédiatement.



Grâce à la cryptobiose et suivant les espèces, les tardigrades survivent à une dessiccation complète, au froid, au manque d'oxygène, à une teneur élevée en solutés. Ils résistent aussi à un milieu très acide, à des doses importantes de rayons ionisants (ultraviolets, X ou gamma) et même au vide intersidéral. Ces propriétés étonnantes – observées aussi chez d'autres animaux tels que des rotifères, des nématodes ou des arthropodes – découlent de caractéristiques génétiques particulières, telles que la synthèse de tréhalose, un sucre cryoprotecteur.

EN CHIFFRES

1 238

espèces de tardigrades sont connues dans le monde.

2 millions

d'individus par mètre carré, c'est la densité de tardigrades que l'on observe parfois sur des mousses.

- 273 °C

Les tardigrades supportent cette température pendant 20 heures, et - 200 °C pendant 20 mois. Des tardigrades ont ainsi survécu à 2000 ans d'emprisonnement dans des calottes glaciaires. La chaleur ne les perturbe pas plus : ils supportent une température de 150 °C pendant quelques instants...

Le système nerveux est constitué d'un « cerveau » (protocérébron) à deux lobes qui innervent les yeux, connecté à un anneau qui entoure le pharynx et relié à quatre ganglions, un pour chaque paire de pattes. Chez les autres panarthropodes, le cerveau est moins connecté au reste du système nerveux.

Le tube digestif est constitué d'une bouche munie de stylets perforateurs (qui seraient des griffes transformées), d'un pharynx fonctionnant comme une pompe, d'un œsophage, d'un estomac large, d'un rectum court et d'un anus.

L'animal n'a que des muscles longitudinaux lisses, d'où son déplacement lent.

Pas d'organe respiratoire. Les gaz s'échangent à travers la surface humide de l'animal et diffusent jusqu'aux tissus.

zoologistes pour leur trouver une place logique dans la classification animale. La segmentation les rapprocherait des annélides (l'ensemble des vers annelés) ou des arthropodes, mais l'absence de tout système interne circulatoire, respiratoire et excréteur pose question.

COUSIN DES ARTHROPODES ?

Les phylogénies moléculaires les plus récentes placent les tardigrades dans l'embranchement des panarthropodes, avec les onychophores et les euarthropodes (les arthropodes actuels). Les onychophores – « porteurs de griffes » – sont de longs animaux segmentés, chaque segment étant pourvu d'une paire d'appendices marcheurs. Ils vivent dans des aires fragmentées, toutes au sud du tropique du Cancer, provenant de la fracturation du continent de Gondwana. Les euarthropodes regroupent des taxons bien connus – crustacés, arachnides, mille-pattes, insectes. Ils présentent eux aussi de nombreux segments.

Le regroupement de ces trois taxons – tardigrades, onychophores et euarthropodes – au sein du superphylum des panarthropodes implique que l'organisation de chacun soit héritée d'un ancêtre hypothétique commun, dont on devrait pouvoir reconstruire la structure. De nombreuses questions se posent alors. Notamment, l'ancêtre avait-il de nombreux segments ou seulement quatre, comme les tardigrades ? Répondre à une telle question revient à trouver l'homologie entre les différentes parties du corps ➤

munies de griffes, mues par de seuls muscles longitudinaux (ils n'ont pas de muscles transverses). Ils portent une cuticule complexe, constituée de chitine (le principal composant de l'enveloppe externe des insectes), de protéines et de mucopolysaccharides (des groupements de glucides), avec des mues périodiques. Chez certaines espèces de tardigrades, elle forme des plaques qui soulignent les différents segments de l'animal.

On distingue ainsi, chez tous les tardigrades, un plan d'organisation homogène : une tête suivie de quatre segments portant chacun une paire de pattes. Pourtant, cette anatomie présente des énigmes, ce qui explique la difficulté des



Tardigrade
Hypsibius dujardini
Taille : 0,5 mm