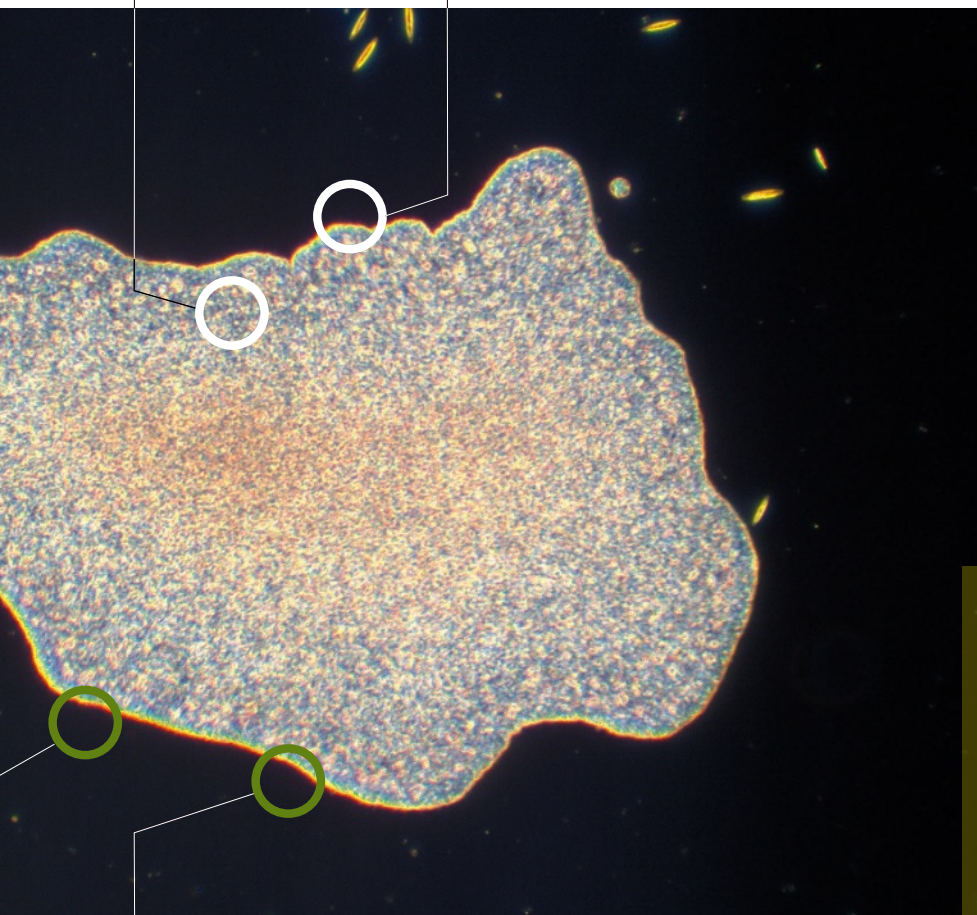


Les placozoaires sont couverts de cils qui leur permettent de se déplacer en nageant ou en glissant sur les supports solides.

Sur ses bords, des cellules contenant un cristal biréfringent serviraient peut-être de capteurs de gravité.



Les placozoaires sont des animaux marins que l'on trouve dans de nombreuses mers du globe, notamment dans les régions tropicales et subtropicales, dont la Méditerranée.



Trichoplax adhaerens
(ici le clone de Grell)
Taille: 1 à 3 mm

EN CHIFFRES

3

L'embranchement des placozoaires compte officiellement 3 espèces, mais sans doute au moins 8: plusieurs sous-espèces pourraient s'avérer des espèces à part entière après le séquençage de leur génome.

98 millions

Le génome de *Trichoplax adhaerens* compte environ 98 millions de paires de bases (pb) et environ 11 500 gènes, dont près de 87 % ressemblent à des gènes d'autres animaux. Presque autant que la mouche du vinaigre *Drosophila melanogaster* (120 millions de pb, 13 000 gènes)... mais beaucoup moins que l'amibe *Polychaos dubium* (670 milliards de pb).

6

T. adhaerens arbore 6 types cellulaires.

Sa couche ventrale en comprend la majorité, dont des cellules épithéliales ciliées, d'autres « lipophiles » contenant des granules huileux et d'autres encore « glandulaires », qui sécrètent des molécules de communication. Des cellules en forme de fibre s'étendent entre les deux couches cellulaires de l'animal.

Grell, il était impossible de leur trouver une place dans la classification animale.

Et, de fait, les premières phylogénies moléculaires, réalisées en 2006 par l'équipe de Sandro Bonatto, à l'université fédérale du Rio Grande do Sul, au Brésil, placent les placozoaires près non pas des éponges, mais des cnidaires (anémones de mer, méduses et coraux) et des bilatériens (les animaux à symétrie bilatérale comme les vertébrés, les arthropodes et les mollusques). Fondées sur quelques gènes, ces phylogénies étaient provisoires, mais elles mettaient la puce à l'oreille. Si un animal plus modeste qu'une éponge se classait avec des animaux dotés d'un système nerveux, sa simplicité n'était sans doute pas ancestrale, mais résultait d'une évolution régressive.

Le séquençage du génome de *T. adhaerens*, en 2008, par l'équipe de Daniel Rokhsar, de l'université de Californie à Berkeley, a apporté de nouvelles données pour le moins surprenantes. Par sa structure et ses gènes, ce génome présente des similitudes avec ceux des eumétazoaires (le principal groupe d'animaux) – y compris le génome humain. En particulier, il contient une riche panoplie de régulateurs de transcription et de gènes connus pour intervenir dans la différenciation cellulaire et le développement >

En effet, en 2014, Thomas Reese, des instituts américains de santé de Bethesda, et ses collègues ont montré que certaines cellules, dites « glandulaires », sécrètent des molécules via un mécanisme qui s'apparente à celui des neurones: les vésicules qui libèrent les molécules portent plusieurs protéines typiques des vésicules sécrétoires des synapses, les zones de communication entre neurones. De plus, contrairement aux éponges, les placozoaires sont dépourvus d'axe antéro-postérieur, de circulation interne de l'eau ou de cellules « choanoflagellées » (des cellules dotées d'une collerette entourant un flagelle). On comprend pourquoi, du temps de

> d'animaux dotés d'axes et d'un système nerveux. Tout suggère que le génome porte plus de gènes que nécessaire, ce qui est typique d'une simplification évolutive secondaire. Naturellement, l'équipe de Daniel Rokhsar a tenté une phylogénie: elle trouve que *T. adhaerens* représente un groupe frère du couple cnidaires-bilatériens.

UNE BOUCHE GRANDE OUVERTE

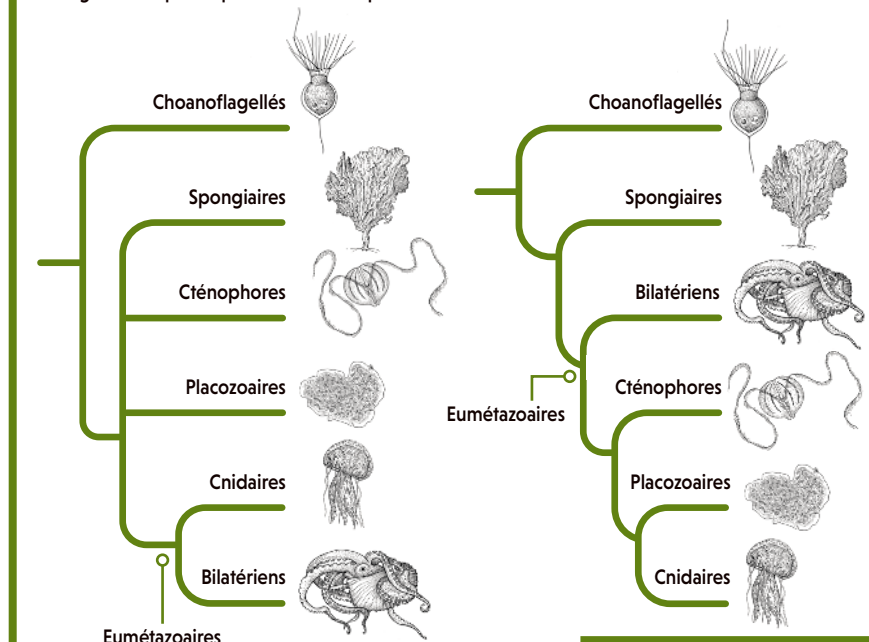
En 2019, pour en savoir plus, l'équipe de Mark Martindale, de l'université de Floride à Saint Augustine, a analysé l'expression de deux gènes, *Chordin* et *Tgfb β* , et comparé leurs localisations avec celles chez d'autres animaux. Pourquoi ce choix? Si les placozoaires ne présentent pas de polarité antéro-postérieure, ils ont un axe dorso-ventral. Or c'est justement l'interaction fonctionnelle de ces deux gènes, c'est-à-dire leur influence mutuelle, qui spécifie cet axe chez les bilatériens. Il était donc intéressant de tester si les gènes correspondants chez *T. adhaerens* interagissent aussi.

Les résultats sont encourageants: ces gènes ne s'expriment que dans la couche cellulaire inférieure de l'animal, et selon une organisation similaire à celle observée du côté oral des cnidaires (la région située sous l'ombrelle chez les méduses). Or cette couche joue un rôle majeur: elle rassemble les bactéries qui couvrent le support où rampe le placozoaire. Puis ce dernier se replie sur lui-même et la couche cellulaire forme alors une sorte de cavité digestive. En d'autres termes, *T. adhaerens* ressemblerait à un cnidaire dont la bouche serait totalement ouverte... Les cnidaires seraient-ils ses plus proches parents?

Répondre à cette question nécessite de se pencher sur la base de l'arbre des animaux pluricellulaires. Cinq taxons les rassemblent: spongiaires (les éponges), cnidaires, bilatériens, placozoaires et cténophores (des animaux marins transparents carnivores). Dessiner la base de l'arbre de ces animaux revient donc à les agencer. Or les deux derniers sèment la pagaille! C'est pourquoi de nombreuses phylogénies les excluent (celle de Daniel Rokhsar, notamment, ne prend pas en compte les cténophores). En leur absence, la topologie est simple: les spongiaires sont le groupe frère du couple cnidaires-bilatériens. Mais l'ajout des deux autres embranchements déstructure l'ensemble, car ils sont source d'artefacts de phylogénie moléculaire. Par exemple, la structure des cténophores est proche de

OÙ CLASSER LES PLACOZOAIRES ?

Si l'on est sûr que les choanoflagellés (des animaux unicellulaires) sont le groupe frère des métazoaires (animaux pluricellulaires), et que cnidaires et bilatériens sont proches, des incertitudes existent sur les relations de parenté entre spongiaires, cténophores, placozoaires et eumétazoaires, que l'on indique par un « râteau » (à gauche). Selon le zoologiste Claus Nielsen, de l'université de Copenhague, l'arbre le plus simple rapprocherait les placozoaires des cnidaires (à droite). Les eumétazoaires étant caractérisés par un système nerveux, cela signifierait que les placozoaires l'ont perdu secondairement.



celle des cnidaires et pourtant dans certaines phylogénies moléculaires ils apparaissent à la base de l'arbre, avant les spongiaires! Et les placozoaires sont si peu nombreux que leur branche est très longue, ce qui fragilise sa position dans l'arbre.

En cas d'irrésolution, la sagesse consiste à la signaler sur l'arbre (voir l'encadré ci-dessus). On fait alors intervenir d'autres éléments. Du point de vue moléculaire, une analyse fine à partir de plusieurs placozoaires publiée en 2018 par une équipe autour de Gonzalo Giribet, de l'université Harvard, aux États-Unis, soutient la parenté des placozoaires et des cnidaires. Par ailleurs, en 2019, le zoologiste Claus Nielsen, de l'université de Copenhague, a pris chaque arbre possible et a suivi sur chacun les caractères morphoanatomiques, comme l'apparition des systèmes nerveux et musculaire. Or c'est l'arbre avec les placozoaires et les cténophores proches des cnidaires qui paraît le plus simple, et de même il est plus simple d'envisager une unique invention du système nerveux. Retenons donc cet arbre pour le moment. Mais tout n'est pas optimal en biologie... ■

BIBLIOGRAPHIE

T. Q. DuBuc et al., « Dorsal-Ventral » genes are part of an ancient axial patterning system : Evidence from *Trichoplax adhaerens* (Placozoa), *Mol. Biol. Evol.*, vol. 36(5), pp. 966-973, 2019.

C. Nielsen, Early animal evolution : A morphologist's view, *R. Soc. open sci.*, vol. 6, article 190638, 2019.

C. E. Laumer et al., Support for a clade of Placozoa and Cnidaria in genes with minimal compositional bias, *eLife*, vol. 7, article e36278, 2018.

M. Eitel et al., Comparative genomics and the nature of placozoan species, *Plos Biol.*, vol. 16(7), article e2005359, 2018.