

Proche cousin de *Lottia goshimai* (le conchifère cité dans l'article, découvert au Japon en 2017), ce coquillage vit sur la côte ouest de l'Amérique du Nord.



Lottia gigantea
Taille : 8 à 10 cm de long

La coquille des polyplacophores est partagée en plaques. De petits organismes comme les spirorbes les colonisent parfois, comme ici. L'absence de plaques chez les autres aculifères (munis de spicules) est une perte secondaire.

EN CHIFFRES

72 319

On compte au moins 72 319 espèces de mollusques : 940 polyplacophores, 350 solénogastres, 100 caudofovéates, 31 monoplacophores, 798 céphalopodes, 600 scaphopodes, 9 500 bivalves... et plus de 60 000 gastéropodes.

11

Chez *Lottia goshimai*, le complexe de gènes du développement en compte 11, contre 10 chez *Acanthochitona crinita*. Sa lignée en aurait perdu un au fil de l'évolution.

3

Comme tous les mollusques, *Lottia goshimai* passe par 3 stades larvaires différents avant de devenir adulte : un stade « gastrula », un « trochophore » et un « véligère ». Mais c'est en suivant l'expression de gènes du développement entre le début et la fin du stade trochophore que l'équipe de Baozhong Liu a mis en évidence une temporalité insoupçonnée de sa dynamique.



Cet animal vit sur les rochers, à l'abri du soleil, collé au substrat grâce à son pied, qui fait ventouse. Quand on le détache, il s'enroule en boule à la manière des cloportes.



Petit chiton épineux
(*Acanthochitona crinita*)
Taille : 3 cm maximum

dans l'organisation des animaux à symétrie bilatérale. Structurés en un complexe, ils sont disposés de telle manière que leur ordre dans le génome calque celui de leurs expressions, échelonnées le long de l'axe antéropostérieur de l'embryon. Cette propriété, nommée « loi de colinéarité », paraît très conservée dans l'arbre du vivant : on l'observe dans plusieurs embranchements comme les arthropodes, les annélides et les vertébrés.

Chez les mollusques, en revanche, les choses sont moins claires : dans les années 2000, des études préliminaires ont révélé une expression échelonnée des gènes *Hox* chez un gastéropode, mais pas chez un autre, ni chez un céphalopode. Puis d'autres

études, en 2013, ont trouvé une telle expression chez un chiton et un bivalve. Mais en 2018, l'équipe d'Andreas Wanninger, de l'université de Vienne, en Autriche, a repris ces résultats contradictoires en se focalisant sur un dentale tout en réévaluant les résultats antérieurs. Elle a ainsi détecté, de façon très transitoire, une expression échelonnée des gènes *Hox* au cours d'un seul stade larvaire du dentale – un phénomène qu'ils ont aussi retrouvé chez les embryons des espèces de gastéropodes et de céphalopodes considérées auparavant comme négatives. En d'autres termes, tous les mollusques présenteraient bien une expression échelonnée des gènes *Hox*, mais parfois de façon très furtive.

Forts de ces résultats, Baozhong Liu, de l'institut d'océanologie de Qingdao (Chine), et son équipe se sont lancés à leur tour dans l'aventure en s'intéressant à deux organismes, chacun dans l'un des deux groupes qui constituent les mollusques : un conchifère, le gastéropode patelliforme *Lottia goshimai*, des côtes nord du Japon et de la mer de Chine, et un aculifère, le polyplacophore *Acanthochitona crinita*, dont ils ont suivi le développement des larves pas à pas, en étudiant de nombreux stades larvaires, de façon à ne rater aucune expression transitoire.

L. goshimai et *A. crinita* ont des complexes *Hox* complets, c'est-à-dire que tous >

> les types de gènes *Hox* sont présents, qu'ils soient «antérieurs», «centraux» ou «postérieurs» de par leur lieu d'expression. Chez le gastéropode, les chercheurs ont tout d'abord constaté l'extrême dynamisme des expressions des gènes *Hox*: au microscope, les régions où ces gènes s'expriment changent considérablement en quelques heures. À cela, deux raisons. Pendant la gastrulation et l'organogenèse, de nombreux mouvements cellulaires ont lieu, en particulier lors de la mise en place des ébauches de la coquille et du pied. De plus, allumages et extinctions des gènes se font à un rythme inattendu: en deux heures, tout change. Il fallait vraiment suivre de nombreux stades pour en comprendre la dynamique.

UN DOS ET UN VENTRE INDÉPENDANTS

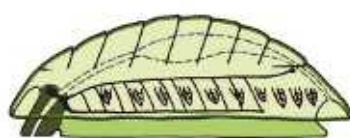
Impression générale: les territoires d'expression des gènes *Hox* se regroupent en deux zones distinctes, une dorsale et une ventrale. Pour s'en convaincre, l'équipe a procédé à un marquage supplémentaire en suivant les expressions de deux autres gènes: *engrailed*, dorsal et *soxb*, ventral. Quand le territoire d'un gène *Hox* recouvrait une partie de celui d'*engrailed*, il était qualifié de dorsal, et de ventral avec *soxb*. Cette distinction précise a permis de mettre en évidence un élément capital pour la plupart des gènes *Hox*, que Baozhong Liu a appelé «le découplage dorsoventral»: à un moment donné, un gène *Hox* s'exprime soit seulement dans un tissu dorsal ou ventral, soit dans les deux régions, mais pas avec la même intensité. De plus, ce découplage est temporel, car l'activation ou l'inhibition d'un gène n'est pas synchrone sur les deux territoires. Généralement, l'expression ventrale est plus précoce. Cela signifie qu'en fait, ce sont les mécanismes régulateurs de ces gènes qui sont découplés.

En quoi ces deux territoires différents? L'expression ventrale des gènes *Hox* suit la règle de colinéarité. Assez stable chez le polyplacophore, elle est évanescente chez le gastéropode: on ne peut l'observer que pendant deux heures! Dorsalement, en revanche, l'expression des gènes *Hox* s'organise autour de l'ébauche du tissu coquillier, c'est-à-dire du manteau, mais pas de manière échelonnée.

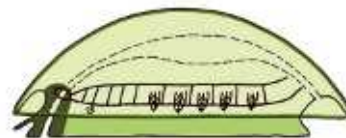
Comme ce découplage dorsoventral s'observe tant chez un conchifère que chez un aculifère, on peut l'étendre à leur ancêtre commun et donc à tous les mollusques, puisque cet ancêtre n'est autre que leur ancêtre hypothétique commun. Ainsi, le dos, où est la coquille, et le

UN MÊME PLAN D'ORGANISATION

Malgré leur diversité, les mollusques sont tous construits sur le même modèle: ils ont tous un pied, un manteau, une tête (perdue secondairement chez les bivalves) et des viscères. L'équipe de Baozhong Liu a montré que les formations des parties ventrale (pied) et dorsale (manteau) sont découplées chez ces animaux, ce qui a pu favoriser leur divergence.



Polyplacophore



Monoplacophore



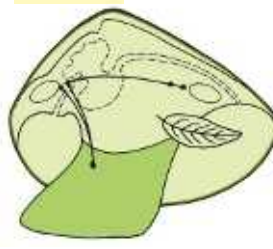
Gastéropode



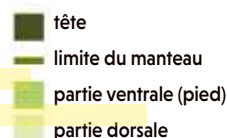
Céphalopode



Scaphopode



Bivalve



BIBLIOGRAPHIE

P. Huan et al., **Dorsoventral decoupling of Hox gene expression underpins the diversification of molluscs**, *PNAS*, vol. 117(1), pp. 503-512, 2020.

T. Wollensen et al., **Staggered Hox expression is more widespread among molluscs than previously appreciated**, *Proc. R. Soc. B*, vol. 285, article 20181513, 2018.

ventre, où sont le pied et le système nerveux central, sont décorrélés chez l'embryon et peuvent évoluer de manière relativement indépendante. Les structures dorsales présentent des coquilles, des spicules ou des plaques. Le pied peut être une bêche chez les bivalves, des tentacules chez les céphalopodes, une sole pédieuse chez les gastéropodes.

Comment ce découplage se met-il en place? Chez les bilatériens, l'organisation suivant l'axe dorsoventral (et donc, notamment, la régulation des gènes *Hox*) est sous le contrôle d'un couple de gènes majeurs, *BMP2/4* et *Chordin*. Ces gènes détendraient-ils une réponse? C'est en tout cas le pari qu'a fait l'équipe de Baozhong Liu: elle s'intéresse actuellement à l'expression de ces gènes chez *L. goshimai*. ■