



Lyon 1 •



Communiqué de presse
Villeurbanne, le 23/11/2021

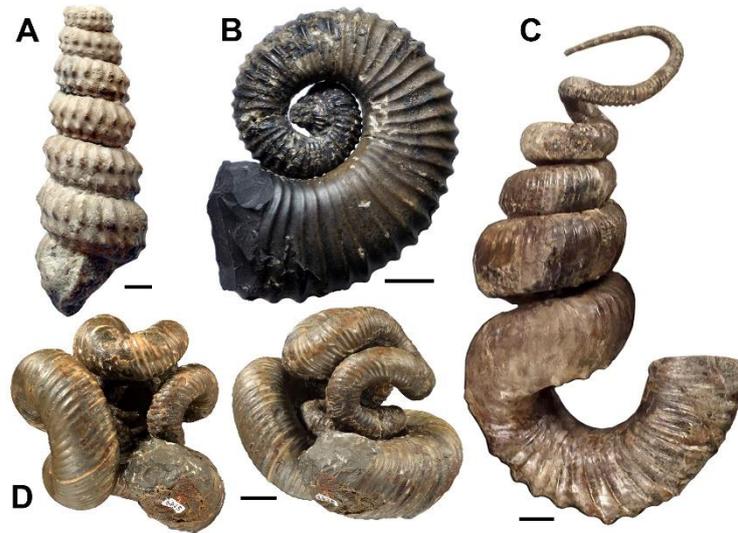
L'enroulement des coquilles de mollusques : une histoire tordue ... par la physique

Convoitées des collectionneurs pour leur beauté et diversité, les coquilles de gastropodes et de certaines ammonites sont enroulées en hélicospirale, forme biologique dont la logique mathématique interpelle des scientifiques depuis près de deux siècles. Des chercheurs du Laboratoire de géologie de Lyon : Terre, planètes et environnement (LGL-TPE, Université Claude Bernard Lyon 1 / ENS de Lyon / CNRS) et de l'Institut de mathématiques de l'Université d'Oxford (UK) ont développé un modèle de morphogenèse expliquant les bases biophysiques de formation de ces coquilles. Ces résultats sont publiés dans la revue *PNAS*.

La manifestation la plus évidente de l'évolution biologique est celle des formes et les théories de l'évolution sont nées au XIX^e siècle des interrogations suscitées par leur diversité. Cette diversité masque parfois des invariants non moins surprenants. Les gastropodes secrètent ainsi depuis 540 millions d'années une coquille hélicospirale, décrite mathématiquement comme une hélice tracée sur un cône de révolution et dont la projection en deux dimensions sur la base du cône est une spirale logarithmique. Quels mécanismes sous-tendent cette règle de croissance si ancienne, d'une telle précision mathématique et suivie par des espèces vivant dans des environnements aussi différents que les abysses, les rivières, les déserts ou nos jardins ? Certaines ammonites, un groupe de céphalopodes aujourd'hui éteint à coquille planispiralée comme leur actuel cousin le nautilus, ont dans de rares cas secrété des coquilles hélicospirales similaires à celle des gastropodes, ou des formes plus surprenantes, telle la fameuse *Nipponites mirabilis* qui grandissait en une succession de « méandres » autour d'une spirale logarithmique initiale !

La coquille des mollusques étant sécrétée de façon accrétoire à l'ouverture, il semblait logique de penser que des mécanismes complexes de régulation localisés au niveau du bord en croissance pouvaient expliquer le développement des différentes formes. Les auteurs ont cependant souligné qu'aucun mécanisme localisé à ce niveau ne peut expliquer la rotation du bord en croissance géométriquement nécessaire à la genèse de formes hélicospirales ou méandriques. Leur modèle mathématique résout ce paradoxe et montre que si la croissance de la coquille n'a effectivement lieu qu'à l'ouverture, ce sont les déformations mécaniques du corps du mollusque compris à l'intérieur de la coquille qui gouvernent le tracé tridimensionnel suivi par le bord en croissance. Ce modèle permet ainsi d'expliquer le développement des différentes formes de coquilles, leur variation et leur évolution.

Chez les gastropodes, une croissance asymétrique génère des contraintes mécaniques induisant une torsion axiale du corps et une rotation du bord en expansion, générant ainsi une coquille hélicospirale. Si la torsion axiale semble résulter d'une asymétrie anatomique caractéristique des gastropodes, une symétrie bilatérale est typique des céphalopodes. Le modèle théorique montre dans ce cas qu'un découplage entre croissance du corps et de la coquille induisait la torsion axiale du corps symétrique générant la coquille asymétrique des ammonites. La beauté mathématique qui sous-tend le développement et l'évolution de ces coquilles est ainsi l'empreinte de mécanismes physiques.



De rares ammonites hétéromorphes ont sécrété des coquilles asymétriques parfois similaires à celle des gastropodes, et résultant d'une torsion axiale de leur corps symétrique. A. Turrilites costatus, Cenomanien, France. B. Colchidites breistrofferi, Barremien, Colombie ; notez les tours internes hélicospiraux suivis par enroulement planispiral. C. Didymoceras stevensoni, Crétacé supérieur, USA. D. Coquille méandriforme de Nipponites mirabilis, Turonien, Japon (Barre d'échelle : 10 mm).

Source

Chirat R., Goriely A. & Moulton D. E. (2021). **The physical basis of mollusk shell chiral coiling.** *PNAS*
doi : <https://doi.org/10.1073/pnas.2109210118>

Contact scientifique

Régis Chirat, Laboratoire de géologie de Lyon : Terre, planètes et environnement (LGL-TPE, Université Claude Bernard Lyon 1 / ENS de Lyon / CNRS)
mail : regis.chirat@univ-lyon1.fr | tel : 04 72 44 85 59

Contact presse

Béatrice Dias, directrice de la communication de l'Université Claude Bernard Lyon 1
33 (0)4 72 44 79 98 ou 33 (0)6 76 21 00 92 | beatrice.dias@univ-lyon1.fr