

L'Océan au cœur de l'Humanité

Ce document est la transcription révisée, chapitrée et illustrée, d'une vidéo du MOOC UVED « L'Océan au cœur de l'Humanité ». Ce n'est pas un cours écrit au sens propre du terme ; le choix des mots et l'articulation des idées sont propres aux interventions orales des auteurs.

La bio-inspiration marine : quelques exemples

Nadia Améziane

Professeure du Muséum national d'Histoire naturelle

Nous allons explorer grâce à quelques exemples l'apport important de la biodiversité marine pour le biomimétisme. Nous allons tout d'abord nous intéresser à l'enjeu qu'est la santé, et notamment les molécules bioactives.

1. Exemple du cône

Le cône, un mollusque, possède un des venins les plus redoutables du monde marin. Ce venin est constitué de protéines particulières, les conotoxines, lesquelles ont de nombreuses activités thérapeutiques. Grâce à elles a été fabriqué le ziconotide, un analgésique puissant, 100 à 1 000 fois plus puissant que la morphine, avec aucune accoutumance et qui présente l'avantage d'être facilement synthétisable en labo.

Conus magnus, Gastéropode, Mollusque

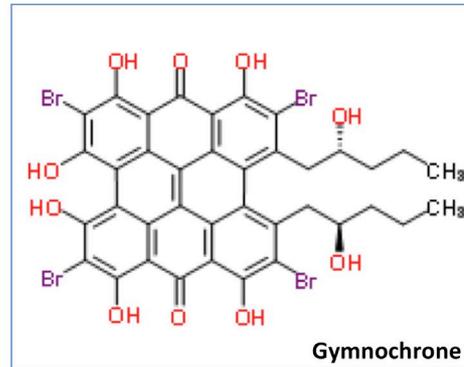


2. Exemple des échinodermes

Cet échinoderme très particulier possède des pigments, les gymnochromes, qui sont actifs contre le virus de la dengue. La dengue est une maladie émergente pour laquelle il n'y a pas

de traitement actuellement et il y a absence de prophylaxie. Ces gymnochromes servent à l'élaboration d'un vaccin.

***Neogymnocrinus richeri*, Crinoïde, Echinoderme**

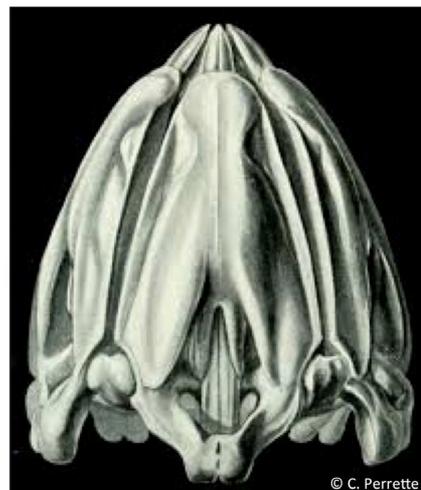


Un autre échinoderme, ne manquant ni de piquant ni de ressource, est l'oursin. L'appareil masticateur de cet oursin est appelé la lanterne d'Aristote. La structure, l'architecture et les propriétés de cette lanterne ont inspiré les industriels, lesquels ont fabriqué un appareil à biopsie, cet appareil étant beaucoup plus fiable et plus précis que de nombreux appareils à biopsie sur le marché. D'autres scientifiques se sont intéressés également à la lanterne d'Aristote et ont élaboré une pince à cinq mors qui servira à extraire les roches et les sédiments sur les autres planètes.

***Sphaerechinus granularis*, Echinide, Echinoderme**



Lanterne d'Aristote

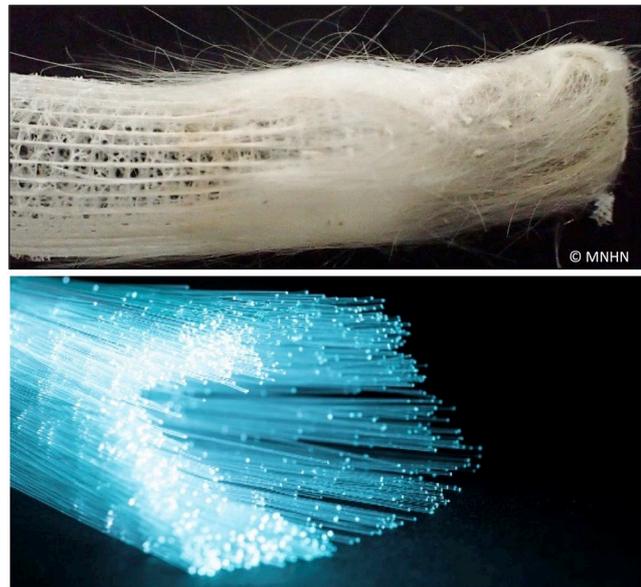


Si, maintenant, on s'intéresse au squelette, lequel est en carbonate de calcium, on voit qu'il a une structure très particulière en galeries. Cette structure a inspiré des industriels qui ont créé des piles à lithium, lesquelles sont beaucoup plus performantes lorsqu'on a ce réseau qui est présent. Enfin, ce squelette, grâce à ses propriétés, peut être utilisé comme greffon osseux lors de reconstructions chirurgicales. Si l'on descend au niveau de la molécule, cet oursin a une molécule appelée cycline, laquelle a un rôle majeur dans la lutte contre le cancer.

3. Exemple des éponges

Cette éponge se caractérise par un squelette constitué de fibres de silice. La silice est le constituant du verre. Ces fibres sont très flexibles et l'éponge va les construire à température ambiante et va intégrer du sodium, ce qui va augmenter la conductibilité de la lumière dans ces fibres. Si nous comparons maintenant ces fibres aux fibres optiques actuelles, lesquelles sont cassantes, moins performantes et, surtout, élaborées à haute température, donc très énergivores, il est intéressant de comprendre comment l'éponge élabore des fibres à température ambiante et en intégrant du sodium, ce qui donne, ainsi, des fibres très résistantes, flexibles et performantes.

Exemple d'application : les fibres optiques



Si on regarde, maintenant, plus dans le détail ce squelette, on voit qu'il est très particulier, c'est un treillis de spicules de silice. On voit que les arêtes sont comblées par des spicules également. Cette structure confère une rigidité à l'animal, bien que le matériau utilisé soit fragile. Ça a servi à inspirer l'architecte qui a construit la tour "Gherkin" à Londres.

4. Exemple des récifs

Ces récifs, construits par des vers, se trouvent abondamment sur la côte Atlantique. Outre l'hébergement d'une faune importante, ils présentent la capacité à protéger le rivage de l'érosion. Ceci est possible grâce à la structure de ces récifs. En effet, sous de fortes pressions, certaines parties du récif peuvent craquer, mais l'édifice reste en place. Cette caractéristique a inspiré les Japonais pour créer certaines de leurs digues. Si nous regardons de plus près ces récifs, nous observons des structures en nid d'abeille, lesquelles résultent d'une juxtaposition d'une multitude de tubes construits par ces annélides. Ce sont des grains qui sont cimentés

grâce à une colle non toxique et qui présente la particularité de résister aux fluides. Ces propriétés hydrophobes ont inspiré des industriels qui ont réalisé une colle polymère, laquelle sert dans le cadre d'interventions chirurgicales, les rendant non invasives.

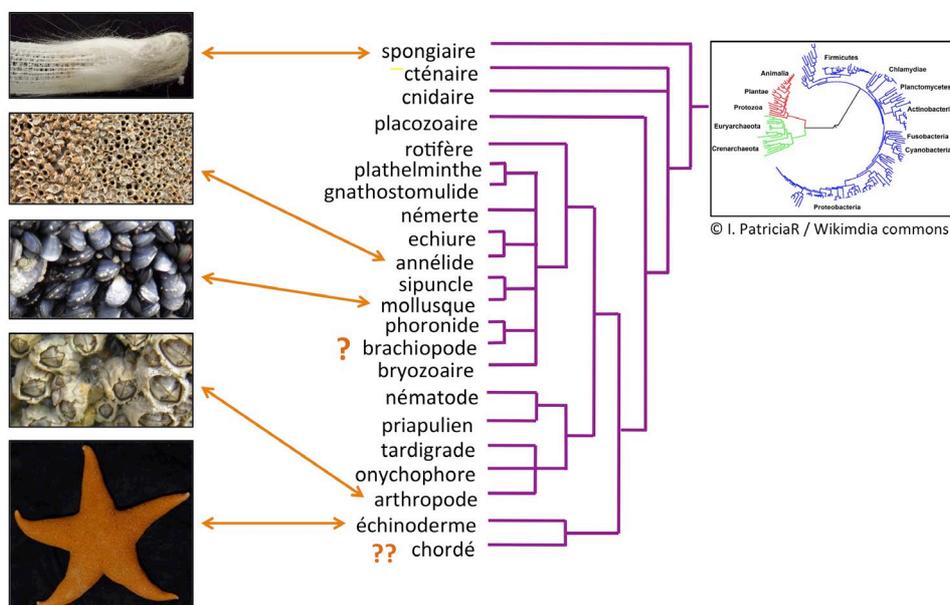
Sabellaria alveolata, Annélide, Polychète



5. Les adhésifs bio-inspirés

Un même produit peut se retrouver dans différents embranchements lorsqu'on regarde les organismes. Si nous regardons le monde vivant de plus près et que nous faisons un focus sur le monde animal marin, nous constatons que les adhésifs sont présents dans plusieurs groupes : les éponges, les vers mais également les mollusques, notamment chez la moule, les crustacés, plus particulièrement chez les balanes, les échinodermes, ces derniers présentent la particularité de pouvoir adhérer et de se décoller très facilement un peu comme du Velcro. Nous suspectons la présence de ces adhésifs dans d'autres embranchements. Ces adhésifs biomimétiques sont un enjeu majeur pour l'industrie, notamment l'industrie du bâtiment et l'industrie navale, ainsi que la médecine.

Focus sur les adhésifs biomimétiques



6. Conclusion

La biodiversité marine est un incroyable réservoir dans lequel l'humanité peut puiser des solutions bio-inspirées et éco-innovantes. En effet, au cours de l'évolution, les organismes ont élaboré de nombreuses innovations, et ce dans un contexte de parcimonie d'énergie et de dégradation des déchets. Cependant, il existe de nombreux verrous qui limitent le développement de ce biomimétisme. Ces verrous sont, notamment, les coûts financiers, l'impossibilité de reproduire des procédés aussi performants que le vivant, la disponibilité des bioressources et l'éthique. De plus, cette biodiversité marine est très fragile et est fortement impactée par le changement global. C'est pourquoi il faudra veiller à ce que le biomimétisme ne rentre pas dans une démarche utilitariste de la biodiversité, mais, au contraire, contribue à sauvegarder le potentiel évolutif du vivant. Ainsi, les recherches bio-inspirées serviront de sources pour accroître les connaissances scientifiques afin de mieux préserver la biodiversité et pour servir d'opportunités pour la transition écologique.