



## Les biotechnologies marines

Jean Guezennec

Ancien Directeur de Recherches Ifremer

### *La Mer, notre richesse sur Terre ?*

La mer et les océans sont une richesse inestimable pour l'homme en lui procurant nourriture, énergie et eau. Ils sont le gagne-pain de millions de personnes dans le monde, et offrent les principales voies de circulation autour de notre planète. N'oublions pas qu'ils participent, et de manière considérable, à l'équilibre de son climat.

Notre planète bleue est un habitat dominé à près de 70 % de sa surface par les mers et les océans, avec un volume estimé à près de 1,33 109 km<sup>3</sup> et une profondeur moyenne de 3 668 m. Le seul domaine abyssal est le plus grand écosystème sur terre, puisqu'il s'étend depuis le talus continental (profondeurs comprises entre 100 mètres et 200 mètres) jusqu'aux plus grandes profondeurs de l'océan -avec 11 020 mètres de profondeur au niveau de la fosse des Mariannes (nord-ouest de l'océan Pacifique).

Selon de récentes études, il y aurait près de 8,75 millions d'espèces sur terre pour un million de répertoriées et près de 2,2 millions dans les océans, avec environ 200 000 espèces cataloguées. Si les mers et océans abritent cette gigantesque biodiversité, on estime donc que près de 90 % de nouvelles espèces restent encore à découvrir ! Et, puisque la vie est apparue dans les océans, la biodiversité marine est beaucoup plus importante et différente de celle qui est observée sur l'espace terrestre.

Les milieux qualifiés d'atypiques comme les grands fonds, les sources hydrothermales mais également les zones arctique et antarctique, sont des domaines de forte pression, de hautes ou basses températures ou encore de compositions chimiques inhabituelles. Ils constituent : des lieux d'habitat pour des organismes ayant dû s'adapter à des conditions extrêmes, et un magnifique champ d'investigation, non seulement pour comprendre ces phénomènes d'adaptation, mais sur-

tout, pour la découverte de nouvelles molécules d'intérêt pour tous les secteurs industriels et peut-être en premier lieu celui de la santé. N'oublions pas les zones côtières, qui interfèrent avec l'espace terrestre, ou encore les zones rocheuses littorales et récifs coralliens. Le milieu marin est de plus un milieu bien spécifique de par sa chimie. Outre des teneurs variables en sels, les eaux marines sont riches en halogènes avec le chlore comme élément dominant, le brome, l'iode et le fluor mais elles le sont également en sulfates. Ces caractéristiques chimiques peuvent conditionner les équipements enzymatiques de nombreux macro et micro-organismes ; ils peuvent aussi se retrouver dans la composition chimique d'un grand nombre de substances naturelles, synthétisées par ces organismes.

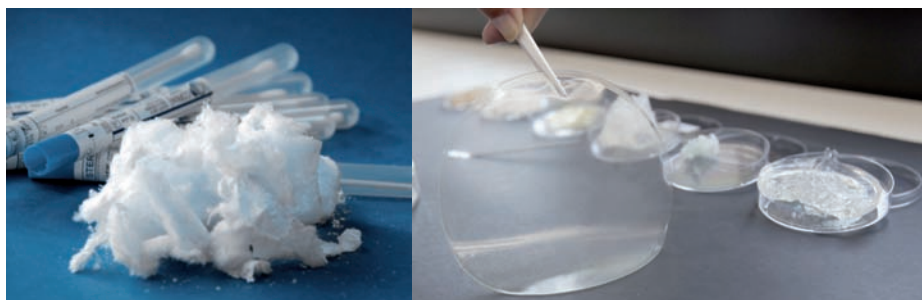
Dans tous ces écosystèmes, chaque organisme (micro et macro) vit en interaction avec son environnement physico-chimique et biologique. Et, c'est dans la compréhension de ces interactions que les biotechnologies marines trouvent tout leur intérêt. Les molécules produites par ces organismes sont souvent des molécules de communication, de défense, de survie, d'adaptation dont la connaissance peut trouver sa continuité dans de nombreuses applications biotechnologiques. Cette connaissance est de plus en plus accessible avec tous les moyens qu'apportent les outils performants de chimie moderne et les sciences dites « omiques » (métagénomique, métabolomique, protéomique, glycomique,...)

Cette biodiversité s'accompagne naturellement d'une exceptionnelle chimiodiversité, et constitue un réservoir pour la découverte de molécules innovantes en réponse aux problèmes sociétaux, notamment dans la santé et l'environnement. Il est estimé pour ces seules « biotechnologies bleues », une croissance annuelle de 6 à 8 % pour les 5 prochaines années. Le seul marché des cosmétiques et cosméceutiques, très demandeur en molécules naturelles, est annoncé avec une croissance annuelle supérieure à 4,5% jusqu'en 2022 (<https://www.alliedmarketresearch.com>).

La France, de par son immense domaine maritime dans toutes les mers du monde, à toutes les latitudes et profondeurs, se positionne comme un acteur majeur dans l'étude de la biodiversité marine et l'exploitation biotechnologique des ressources marines. Avec plus de 3 000 kms de côtes (comprenant les Pays de Loire), la Bretagne joue naturellement un rôle prépondérant dans ce secteur. Elle s'appuie pour cela sur de nombreux laboratoires de recherche reconnus au niveau international, mais aussi, sur de nombreuses entreprises dynamiques, notamment, dans les domaines de l'agro-alimentaire, de la cosmétique et de la santé. Citons comme exemples, la société ManRos Therapeutics, qui a développé une molécule contre la mucoviscidose, la société Hémarina dans le domaine de la préservation d'organes ou encore, mais parmi d'autres, la société Polymaris Biotechnology spé-



cialisée dans le domaine des biopolymères bactériens. En 2014, plus de 125 entreprises (majoritairement de petite taille) du Grand Ouest avaient une activité en lien avec les biotechnologies marines ; il est à noter que le département du Finistère concentrait à lui seul un pourcentage très significatif de ces entreprises. Le lecteur est invité à se référer à l'excellent travail de synthèse, réalisé en 2016, portant sur le potentiel des biotechnologies marines en Bretagne (<https://www.researchgate.net/publication/295908735>) .



D.R.

*Exemples de biopolymères (exopolysaccharides et Polyesters) bactériens.*

Poissons et crustacés assurent près de 10% de nos besoins en protéines animales mais, leurs co-produits ont de nombreuses applications dans l'agro-alimentaire. En Bretagne, les macro et micro-algues font l'objet de nombreuses investigations mais, aussi, d'exploitations industrielles. Il convient de se référer au rapport très complet publié en 2015 par l'Alliance pour l'environnement (AllEnvi) sur les applications émergentes, pour les polysaccharides marins<sup>1</sup>, et aux différents articles consacrés au potentiel et l'exploitation des microalgues<sup>2</sup>.

*Et les micro-organismes ?* Une autre composante de la biodiversité marine retient de plus en plus l'attention des chercheurs et industriels, la composante invisible que constituent les micro-organismes<sup>3</sup>.

*« There's a tremendous amount to be discovered in terms of microorganisms that produce new natural product structures. I think that is just the tip of the iceberg. Once microbiologists begin to focus on the diversity of bacteria and fungi in the marine environment, we're going to find all sorts of new and exciting things »* (Université du Minnesota, États-Unis).

Une grande biodiversité microbienne certes, mais encore peu connue, puisque les microbiologistes estiment n'en connaître que moins de 1 %. Cette ressource inexploitée pourrait donc être le principal gisement de nouvelles molé-

1. Rapport CVT AllEnvi (2015) : Polysaccharides marins. Applications émergentes pour les santé végétale, animale et humaine. [www.allenvi.fr](http://www.allenvi.fr) et [www.cvt-allenvi.fr](http://www.cvt-allenvi.fr)

2. Cadoret, J.P., Bougaran, G., Bérard, J.B., Charrier, A., Coulombier, N., Garnier, M., Kaas, R., Le Déan, L., Lukomska, E., Nicolau, E., Rouxel, C., Saint-Jean, B., Schreiber, N., (2014). Microalgues et biotechnologie, in: Valorisation et Économie Des Ressources Marines, Mer et Océan. André Monaco et Patrick Prouzet, pp. 65–112

3. Guezennec J (2014) Bactéries Marines et Biotechnologies, Editions Quae 175 p.

cules des prochaines décennies. L'un des enjeux majeurs de la recherche porte sur le développement de méthodes d'identification, de caractérisation (cultures et produits dérivés), d'analyse de cette fraction incultivable, et des ressources génétiques correspondantes. Les sciences dites « omiques » comme la génomique et métagénomique, vont sans nul doute permettre un accès au réservoir énorme que constitue la part non-cultivable des microorganismes, et à la découverte prochaine de nouvelles molécules bioactives.

Tous les secteurs industriels sont concernés par le potentiel de ces microorganismes marins.

- En tout premier lieu, celui de la santé naturellement avec la recherche de nouveaux antibiotiques, en réponse au nombre croissant d'antibio-résistances, celle de nouveaux anti-inflammatoires, anticancéreux ou encore le traitement des maladies neurodégénératives. Beaucoup d'espoirs et d'attentes autour de cette pharmacopée marine et de nouveaux médicaments de la mer. Beaucoup d'attentes également autour des micro-organismes d'environnements extrêmes tels les fonds abyssaux et sources hydrothermales profondes comme une source de biomolécules innovantes.

- La cosmétique et cosméceutique avec une croissance précédemment évoquée, et une demande constante, de la part des industriels, de molécules bleues innovantes. Les exopolysaccharides bactériens occupent une place de choix, en termes d'innovation, avec d'ores et déjà l'exploitation industrielle de plusieurs biopolymères, issus de la recherche menée à l'Ifremer et par la société Polymaris Biotechnology basée à Brest.

- L'environnement avec le développement de polyesters biodégradables, comme alternatives à l'utilisation de polymères issus de la pétrochimie, celui de nouvelles peintures antifouling plus respectueuses de l'environnement, la lutte contre les biofilms (échangeurs thermiques, désalinisation, osmose,..) l'exploitation pé-

trolière et minière, la recherche de nouveaux surfactants, l'élimination de composés toxiques (bioremédiation) mais encore la récupération des terres rares et métaux stratégiques .

Autant de pistes de valorisation pour ces microorganismes marins, qui viennent s'ajouter à toutes celles que nous offrent les autres bioressources marines, en y intégrant toute l'expertise, le dynamisme de la recherche et du tissu industriel en pointe de Bretagne, ainsi que toutes les synergies possibles au sein du Campus mondial de la mer.

Polymaris Biotechnology



Plate forme de production de biopolymères