

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.

Les biotechnologies marines

Catherine Boyen

Directrice de la Station biologique de Roscoff

Je vais commencer par poser quelques définitions des biotechnologies, et plus particulièrement de la biotechnologie marine.

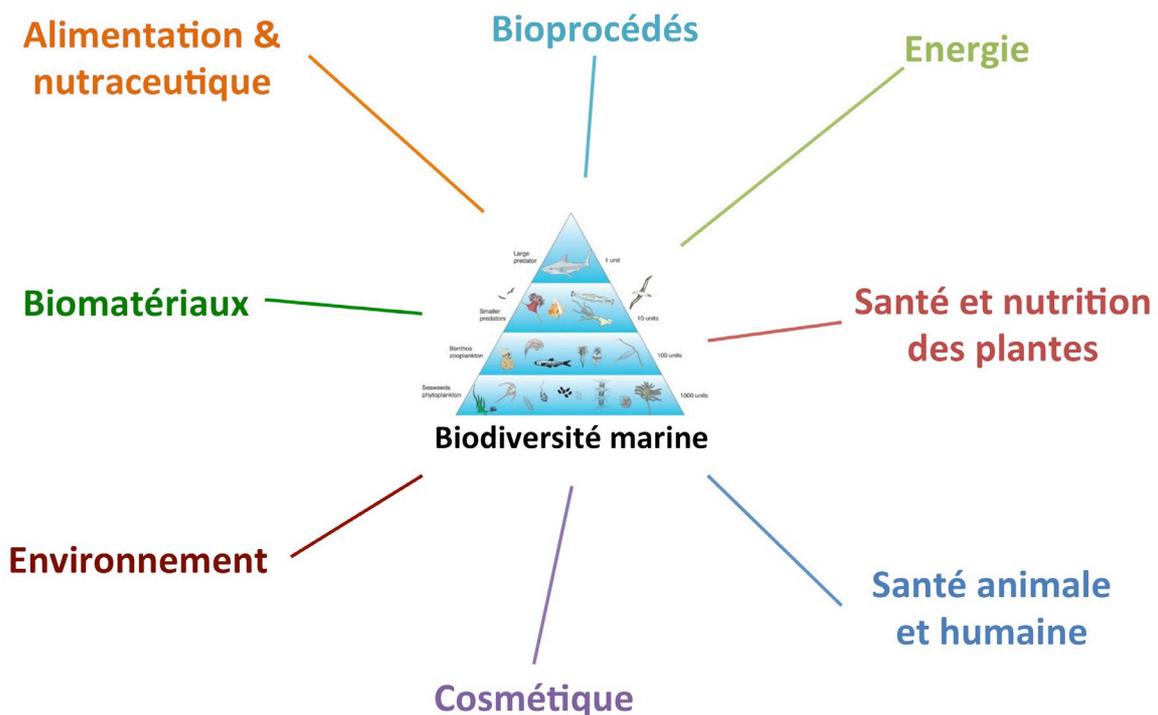
1. Définition des biotechnologies

Selon l'Organisation de coopération et de développement économiques, l'OCDE, la définition des biotechnologies qui a été posée en 2005 est : "L'application de la science et de la technologie à des organismes vivants, de même qu'à ses composantes, produits et modélisations, pour modifier des matériaux vivants ou non-vivants aux fins de la production de connaissances, de biens et de services."

Au sein des biotechnologies, la biotechnologie marine se définit comme l'utilisation des bioressources marines en tant que cibles ou sources d'applications biotechnologiques. On caractérise parfois les différentes biotechnologies par leur domaine d'application en leur attribuant des couleurs. Par exemple, rouge pour le domaine d'application en industrie, vert pour l'agriculture, jaune pour la chimie. On utilise souvent le terme de biotechnologie bleue pour les biotechnologies marines, mais elles se différencient des autres biotechnologies, car elles ne se caractérisent pas par leur domaine d'application, mais par la source des organismes ou de l'environnement qui est valorisée, ici les organismes marins ou la ressource marine.

2. Intérêts des ressources marines pour les biotechnologies

Ce qui fait la force du potentiel biotechnologique, c'est l'exploration et la valorisation de cette biodiversité marine qui est illustrée par la biodiversité microbiologique. Il s'agit de virus, de bactéries, de champignons, de microalgues, de protistes mais également de larves d'invertébrés et de poissons. On estime qu'on ne connaît, à l'heure actuelle, que quelques pourcentages de cette biodiversité marine, c'est-à-dire celle qui a été caractérisée, isolée, voire cultivée. L'exploration et la valorisation de cette biodiversité marine ont de très nombreuses applications dans un certain nombre de domaines : la cosmétique, l'environnement, les biomatériaux, l'alimentation nutraceutique, les bioprocédés, l'énergie, la santé et la nutrition végétales ou la santé et la nutrition animales. Par exemple, certains organismes marins, comme des éponges, des bactéries, des microalgues mais également d'autres, synthétisent des molécules qui présentent un réel intérêt en santé animale, qui peuvent donner lieu à des nouveaux antibiotiques, des agents anticancéreux, des agents antidouleurs ou d'autres médicaments.



C'est également la diversité de l'environnement marin qui est une autre force de la biotechnologie marine. Il existe, en effet, une grande diversité de ces milieux marins, depuis des zones tempérées côtières jusqu'aux grands fonds des abîmes océaniques, en passant par les zones polaires ou les régions tropicales. Les organismes marins qui vivent dans ces habitats très variés ont développé des mécanismes moléculaires qui leur permettent de s'adapter à un certain nombre de stress, des stress abiotiques, comme la salinité, la température, des stress biotiques, comme la réponse par rapport à des pathogènes, mais qui leur permettent également de communiquer entre eux ou avec leur environnement. Et ces

mécanismes moléculaires peuvent se décrire comme des nouvelles voies métaboliques qui vont permettre d'isoler, puis de produire des métabolites secondaires qui peuvent mener à des innovations en biotechnologie qui sont très prometteuses.

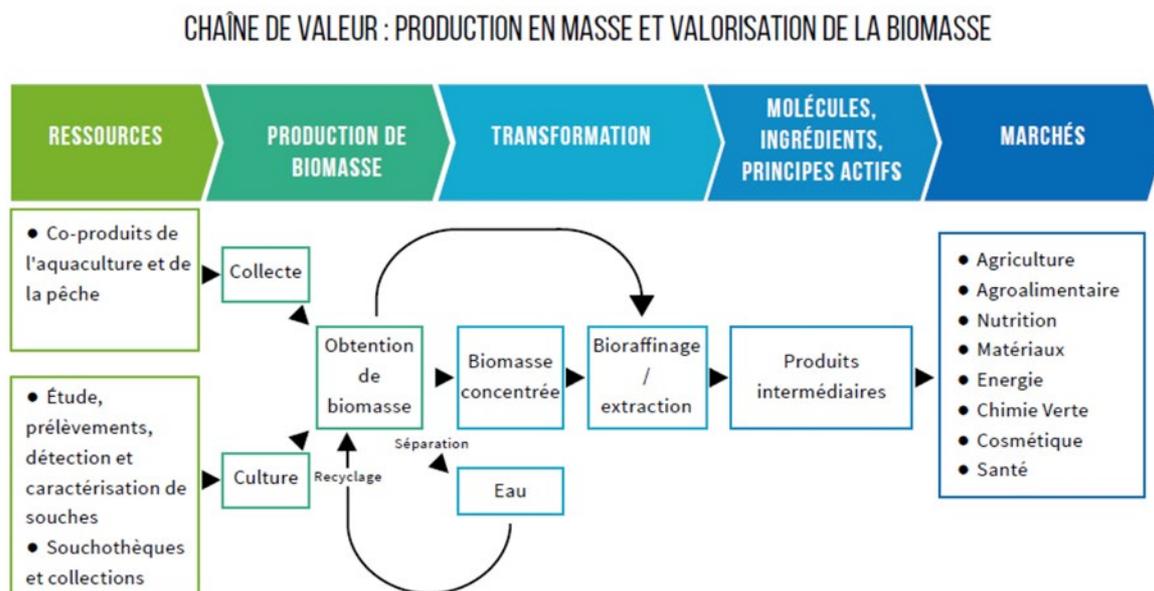
3. Emergence des biotechnologies

On considère plus ou moins que la biotechnologie marine a émergé au moment du début des années 90. À cette époque, en fait, un certain nombre de scientifiques ont été visionnaires et pionniers, ont décidé de développer ce champ. Quelques dates... En 1995, la Société européenne de biotechnologie marine est créée. En 1999, le premier numéro du journal "Marine Biotechnology" est publié. Il est toujours édité de nos jours. Et, dans les années 2000, une étape importante est l'arrivée de la génomique marine, je dirais l'essor de la génomique marine qui a vraiment révolutionné le domaine et qui a donné un coup d'accélérateur au secteur des biotechnologies marines. Ça représente, quelque part, une rupture technologique qui a réellement permis d'élargir le socle de connaissances sur les organismes marins, et qui donc a donné un nouveau coup d'accélérateur au secteur des biotechnologies marines. Cela est illustré aussi bien au niveau national en France mais également au niveau international. Cela est illustré par la publication de rapports stratégiques. Généralement, quand la communauté, voire l'OCDE, s'empare du sujet et fait des rapports stratégiques, c'est un très bon signe pour le secteur. Donc, un certain nombre de rapports ont été publiés sur le domaine aux niveaux national, international et même régional.



4. Chaîne de valeur liée aux biotechnologies marines

Les activités représentées par la biotechnologie marine peuvent être représentées au travers d'une chaîne de valeurs avec différentes étapes de processus, depuis la ressource marine jusqu'au marché concerné. La ressource marine peut concerner la valorisation des coproduits de l'aquaculture ou de la pêche ou la valorisation de la biodiversité marine. Dans ce dernier cas, il s'agit d'isoler des organismes marins dans leur milieu, de les caractériser et de les cultiver. L'idéal, ensuite, est de pouvoir les maintenir dans des collections ou des souchothèques afin d'assurer la traçabilité de cette ressource et, également, de la rendre accessible aux utilisateurs potentiels. Bien entendu, l'utilisation de cette biomasse marine doit se faire de manière durable. Il n'est pas question que la biotechnologie marine vienne épuiser les ressources naturelles ou dégrader des écosystèmes marins déjà fragilisés. Le développement des techniques de culture des organismes marins, que ce soit à terre en utilisant des bioréacteurs ou en mer avec des infrastructures, est donc un enjeu essentiel des biotechnologies marines pour avoir une filière pérenne. Les différents processus impliqués dans la transformation de cette biomasse concernent, par exemple, le broyage, la concentration, l'extraction, le raffinage. Et toutes ces étapes vont conduire à la production et, éventuellement, à la purification de molécules, ingrédients et principes actifs qui sont ensuite valorisés, utilisés pour différents marchés économiques.



Boyen C., Jaouen P., et al, 2015, Les biotechnologies dans le grand ouest, Europôle Mer Ed.

5. L'exemple des algues marines

Je vais maintenant présenter un exemple de recherche appliquée en biotechnologie marine. Les grandes algues marines, qu'elles soient vertes, rouges ou brunes, celles qui vivent sur les

côtes bretonnes par exemple, présentent la caractéristique de synthétiser des polysaccharides extrêmement originaux et très variés. Ces polysaccharides peuvent être définis comme des polymères complexes constitués d'unités sucrées, et toutes ces unités sucrées peuvent être très variées, comme il est illustré sur la figure avec des couleurs différentes. Ces algues marines, dans leur milieu naturel, sont colonisées par des bactéries marines qui utilisent les polysaccharides contenus dans la paroi des algues comme source de carbone pour croître et se multiplier. Dans cet exemple, on utilise une bactérie marine particulière qui a la capacité de croître sur une grande variété d'algues, ce qui n'est pas le cas de toutes les bactéries. Le génome de cette bactérie a été séquencé et on a ainsi pu identifier tout un arsenal enzymatique qui, justement, permet à cette bactérie de digérer un certain nombre de polysaccharides. Ces enzymes ont été purifiées, produites et sont utilisées comme des ciseaux moléculaires pour digérer à des sites spécifiques ces polysaccharides et produire des oligosaccharides, c'est-à-dire des petites molécules sucrées. Et ces oligosaccharides ont des activités biologiques particulières qui sont exploitées, valorisées et utilisables dans différents domaines : la cosmétique, la nutraceutique, la nutrition animale et la santé humaine.

