

*De la biodiversité aux biotechnologies bleues : la caractérisation et l'exploitation des ressources marines sont-elles compatibles?*

PHILIPPE GOULLETQUER

**Direction Scientifique, « Biodiversité marine et côtière », Ifremer**

**Colloque Planète mer : un océan de richesses. Colloque organisé par le Centre d'Etudes Supérieure de la Marine, l'Ifremer et le Forum du futur, 26 janvier 2012 – Ecole militaire – Paris 7**

Nous allons passer du minéral au vivant. Il faut considérer les particularités des biotechnologies et des services écosystémiques issus des ressources océaniques. Quelques rappels: le plus grand volume disponible pour le vivant sur Terre se trouve dans les océans; il y a donc un potentiel très important en matière d'exploitation durable des ressources marines. En terme de biodiversité, nous connaissons 250000 à 280 000 espèces, ce qui est relativement peu en comparaison de ce qui est répertorié dans le domaine terrestre. Et, selon les estimations actuelles, nous ne connaissons que 10% des espèces vivant dans le domaine marin. L'ancestralité est une autre caractéristique importante. La vie est issue du milieu marin et donc le temps d'évolution dans ce milieu est beaucoup plus important que celui du milieu terrestre. Par voie de conséquence, on retrouve des espèces uniques dans les océans et des voies métaboliques inexistantes dans le milieu terrestre. Enfin, la diversité au niveau des phylas, des structures du vivant dans les océans, est très particulière et pour certains uniquement inféodés au domaine océanique: parmi 33 phylas dans le domaine animal, 12 sont exclusivement marins. A titre d'exemple, vous ne trouvez aucun oursin (échinodermes) dans le domaine terrestre. Par ailleurs, il est important de souligner le rôle essentiel que jouent les océans pour le bien-être humain: ainsi la moitié de l'oxygène disponible sur Terre est issue du milieu marin. Des espèces phytoplanctoniques, comme les *Pleurococcus*, fournissent une contribution essentielle à la production primaire et ceci à l'échelle mondiale des océans. Au-delà de cette contribution, le rôle de régulation climatique des océans est également essentiel...

Ces particularités offrent un potentiel très important en matière de connaissances, de richesses et laissent envisager de nombreuses possibilités en applications biotechnologiques comme en exploitation durable de la biodiversité.

Par ailleurs, nous sommes entrés dans l'ère de la bioprospection ! Nous avons eu la confirmation du peu de connaissances que nous avons du milieu marin, comme l'a démontré le séquençage systématique d'ADN dans quelques litres d'eau de mer. Très peu de choses sont effectivement décrites et restent à découvrir. Les techniques actuelles par exemple ne permettent pas de mettre en culture bon nombre de bactéries pourtant bien présentes dans le milieu marin.

En milieu très profond, se trouvent des écosystèmes chimiosynthétiques qui ont de nombreuses particularités très importantes, récemment découvertes. Le milieu marin est très particulier de ce point de vue et donc très intéressant pour le milieu scientifique, comme pour le secteur de la valorisation industrielle...

Dans les années 2000-2010, les scientifiques ont cherché à conceptualiser le problème de la biodiversité et des services écosystémiques en établissant un bilan général de l'état de l'environnement mondial. A l'initiative des Nations unies, plus de 1 500 chercheurs ont contribué à cette analyse dénommée « Évaluation du millénaire des écosystèmes » (*Millennium Ecosystem Assessment*, 2005). La biodiversité a été considérée comme le support de tous les écosystèmes et des services écosystémiques dont dépend le bien-être humain. Le bon état de la biodiversité est donc un objectif partagé à l'échelle mondiale pour ce bien-être de l'homme. En fonction des niveaux de pressions qui peuvent s'exercer sur le milieu marin, ces services écosystémiques seront maintenus, réduits ou bien encore améliorés.

Le vrai défi pour les décennies à venir en matière de gestion de l'environnement est bien de développer des modalités permettant de maintenir ces services écosystémiques. *A contrario*, une non prise en compte de l'ensemble des services (marchands et non-marchands) fournis par la biodiversité induirait à terme une réduction préjudiciable et une perte de biodiversité. Toutes les stratégies mises en oeuvre à l'échelle française, européenne ou mondiale sont ainsi basées sur des objectifs de maintien de la biodiversité et de ces services écosystémiques. Ainsi, une plate-forme intergouvernementale (IPBES) - à l'image du GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) pour le changement climatique est en cours d'élaboration sous l'égide des Nations unies.

Les évaluations ont montré que plus de 60% des services écosystémiques étaient altérés en raison des pressions anthropiques, les dégradations les plus marquées ayant eu lieu ces dernières décennies. Si des mesures opérationnelles efficaces ne sont pas prises, ce déclin va se poursuivre et s'accélérer. Or ces pressions croissent corrélativement avec la démographie mondiale galopante. Le réchauffement climatique augmente également la pression sur les écosystèmes marins. Il existe d'autres vecteurs de pression, comme les invasions biologiques, les

altérations des habitats ou la surexploitation des ressources marines. La situation est paradoxale : nous connaissons très peu de choses du milieu marin bien que les pressions s'accroissent sur celui-ci et que le niveau d'exploitation augmente au détriment des services écosystémiques rendus. Globalement, nous ne sommes pas dans un contexte de développement durable. Il apparaît donc nécessaire que la communauté scientifique dispose de meilleures connaissances des écosystèmes afin de proposer et développer des modalités de gestion les plus efficaces possibles. Ces connaissances ne se limitent pas aux seuls aspects d'identification d'espèces (inventaires faunistiques), mais concernent également les aspects fonctionnels, la connaissance des interactions entre espèces, en développant une très bonne compréhension des mécanismes qui sont en mesure d'agir sur la pérennité des services écosystémiques.

Les biotechnologies offrent un potentiel très important : un bilan récent des substances actives identifiées depuis une cinquantaine d'années atteint près de 20 000 molécules bien décrites, dont plus de 5000 sont utilisées dans différentes applications que ce soit dans le domaine de la santé ou autres. Par ailleurs, elles contribuent de façon importante aux outils permettant de développer d'autres secteurs liés aux biotechnologies. Il existe des éléments très spécifiques issus des sources hydrothermales, des enzymes, des espèces vivant en milieux extrêmes, sous des pressions et des températures très particulières qui offrent des applications d'intérêt dans le domaine industriel. Il existe aussi des applications qui résultent de la simple reproduction de ce qui existe dans le milieu naturel - on parle du domaine du biomimétisme; des applications industrielles sont directement issues de ressources connues dans le milieu marin. Certaines colles industrielles, par exemple, sont dérivées de l'étude des processus de fixation des moules sur leur substrat...

Malheureusement, une substance active offrant des propriétés intéressantes ne peut pas toujours être exploitée de façon durable: une extraction en grande quantité est parfois nécessaire pour obtenir une substance active digne d'intérêt en quantité appropriée. Une telle extraction dans des écosystèmes fragiles, comme les récifs coralliens, n'est pas toujours envisageable au risque de détruire ces environnements. Il apparaît donc souvent plus approprié d'identifier les substances actives pour utiliser la voie de chimiosynthèse par la suite pour leur production.

Le vivant contribue aussi à fournir de l'énergie. Des recherches sont menées sur les micro-algues pour en extraire des corps gras et produire des biocarburants. Notre connaissance des micro-algues est encore limitée et le potentiel de découverte de nouvelles espèces est très important. Les biocarburants issus des micro-algues offrent de nombreux avantages par rapport aux productions terrestres. Des avions volent déjà avec des carburants issus de micro-algues, des lignes régulières de la Lufthansa utilisent expérimentalement des biocarburants issus de micro-algues et Boeing comme Airbus l'envisagent pour leurs avions du futur. Si les technologies ne sont pas complètement mûres pour des applications industrielles, les processus et les procédés peuvent être encore largement optimisés pour atteindre des seuils de rentabilité économique appropriés.

Les dépôts de brevets sur les gènes issus du milieu marin augmentent chaque année à l'échelle mondiale. Le taux de croissance s'élève à 12%. Entre 1991 et 2009, (677 brevets ont été déposés, concernant majoritairement des gènes pouvant présenter des applications dans le domaine industriel. Les pays développés arrivent en tête et la France se situe en 4<sup>ème</sup> position pour ces dépôts de brevet. Le marché était évalué à plus de 2 milliards d'euros en 2004, avec un taux de croissance d'environ 6%.

Il nous faut développer des stratégies de développement durable. Partant du constat que nous ne savons pas à ce jour reconstruire les écosystèmes, la démarche logique est de les préserver. Actuellement, les réglementations tendent à préserver les services d'écosystèmes. Des stratégies ont été proposées aux niveaux national et international, visant à préserver 10% des écosystèmes types. Cette stratégie se décline en France par la création des aires marines protégées. La France s'est fixée, dans le cadre du Grenelle de la mer, un objectif supérieur aux normes internationales en préservant 20% des surfaces marines françaises sur les 11 millions de km<sup>2</sup>, dont 10% en réserves halieutiques. La France s'est dotée d'une stratégie nationale de création d'aires marines protégées en 2011 (métropole et outre-mer). L'Union européenne, avec sa directive-cadre Stratégie du milieu marin, fixe également des objectifs pour l'atteinte d'un bon état écologique des écosystèmes marins à l'échéance 2020 basé sur un agenda de mise en oeuvre très précis. Enfin, à l'échelle internationale, la Convention Diversité écologique établit aussi des objectifs à échéance 2020.

À l'échelle internationale, l'une des décisions de la Convention Diversité biologique (CDB), dont la France est signataire, est la mise en oeuvre du protocole APA (Accès et partage des avantages). Ce protocole a été développé et acté à Nagoya lors de la convention des parties fin 2010. Il doit éviter la biopiraterie et faire profiter les pays détenteurs de biodiversité d'un juste retour de son exploitation. La France, riche en biodiversité marine, est directement concernée par cette mise en oeuvre. Si des réglementations se développent pour l'utilisation des ressources génétiques dans le cadre des juridictions nationales, le problème reste entier pour ce qui concerne la haute mer, en dehors des zones économiques exclusives (ZEE), comme par exemple au niveau des sources hydrothermales.

Pour conclure, l'exploitation de la biodiversité marine, notamment *via* les biotechnologies, offre un réel potentiel de valorisation comme le démontre l'accélération des dépôts de brevets utilisant des substances actives marines. Consécutivement à l'identification des substances actives, l'utilisation d'approches industrielles comme la chimiosynthèse permettra d'éviter des impacts significatifs sur l'environnement marin. À côté des biocarburants et des micro-algues, actuellement très médiatisés, la levée de verrous technologiques — comme dans le domaine de la culture des bactéries — représente également un potentiel de valorisation à souligner. Mais de nombreuses recherches sont encore nécessaires dans le cas de l'exploitation *in situ* des ressources marines, afin de garantir le caractère «durable» de celle-ci. En particulier, une meilleure connaissance des processus impliqués dans le fonctionnement des écosystèmes marins est essentielle à l'élaboration de modalités de gestion appropriées pour son exploitation.