
30 ans de biotechnologies à l'Ifremer

Chatry Gilles ¹

¹ IFREMER, Ctr Bretagne, Plouzane, France.

Abstract :

La France a initié les premières études de biotechnologies en rapport avec l'aquaculture, les produits et sous-produits de la pêche et l'environnement, il y a plus de 30 ans. Mais le tournant s'opère réellement en 1990 lorsque le spectre des molécules étudiées s'élargit. Grâce aux apports de la génomique et des souchothèques, les perspectives pour l'environnement et la santé s'annoncent très prometteuses pour l'Ifremer.

Dans les années 1980, le CNEXO (Centre national pour l'exploitation des océans) et l'ISTPM (Institut scientifique et technique des pêches maritimes), qui donneront naissance, par leur fusion, à l'Ifremer, en 1984, dédient une part importante de leur activité à l'exploration des grands fonds, à l'aquaculture et à la pêche. Ils dotent ainsi le nouvel institut de moyens techniques pour l'exploration océanique et d'une large culture s'étendant des questions de pêche à l'océanographie. L'étude des molécules et des micro-organismes marins se révèle de plus en plus incontournable. Et les biotechnologies marines deviennent rapidement indispensables à la poursuite de ces recherches.

Le lancement en 1990

Les biotechnologies participent aux recherches sur l'environnement, la valorisation des produits et des sous-produits de la pêche et l'aquaculture dans les domaines spécifiques de la physiologie, de la nutrition, de la pathologie et de la génétique. Par exemple, il est démontré que la tyrosine de l'algue *Delesseria sanguinea* favorise la métamorphose de la coquille Saint-Jacques (1). Dans les écosystèmes marins, il s'agit, en particulier, d'évaluer les effets des polluants et de détecter les algues responsables des efflorescences toxiques qui altèrent les coquillages (2). La recherche et la

mesure de taux d'histamine et d'autres amines biogènes, responsables d'intoxications alimentaires, commencent dans les laboratoires de l'Ifremer (3).

Le démarrage du programme portant sur les microorganismes des écosystèmes hydrothermaux a marqué l'année 1988 et poursuit cette démarche en ouvrant l'institut aux biotechnologies. L'année suivante, lors des campagnes océanographiques Biolau et Starmer, effectuées avec le submersible Nautille près des îles Fidji, sur des sources hydrothermales chaudes, des archéobactéries adaptées à des conditions extrêmes de pression et de température sont découvertes et étudiées (4).



Nautille en surface, © Ifremer, O. Dugornay

En 1990, sur demande du ministère de la Recherche et de la Technologie, une étude évalue l'évolution des biotechnologies marines, tant au niveau national que mondial, afin de préciser le rôle de l'Ifremer (5). Les biotechnologies deviennent alors un des axes prioritaires de l'institut et la biologie moléculaire entre, sans réserve, dans ses laboratoires. Un premier colloque sur les biotechnologies a lieu la même année à Martigues.

Les actions de l'Ifremer se diversifient vers les hydrolysats et les enzymes de poisson, l'identification de peptides en raison de leurs propriétés pour la conservation des produits et la santé humaine. Dans le domaine des algues, une nouvelle famille d'anticoagulant est identifiée (6). Les premiers essais de culture de micro-algues *Skeletonema costatum* sont initiés afin de proposer de nouveaux fourrages aquacoles.

Les micro-algues, des micro-usines d'innovation

Lorsque, en 1997, les micro-algues marines deviennent un sujet important, la compétence scientifique et la qualité des infrastructures de l'Ifremer sont remarquées (7).

Avant la fin de la décennie, 12 salles de culture d'algues enrichissent déjà les implantations de l'institut à Brest, à Nantes, à Argenton, à Bouin, à La Tremblade, à L'Houmeau ainsi qu'en Outre-mer, en Martinique et à Tahiti. L'Ifremer est alors le seul établissement de recherche public français à poursuivre des travaux dans le domaine du génie des procédés de production de micro-algues.

L'arsenal biochimique spécifique de ces dernières offre de nombreuses pistes de recherche. Ainsi, certaines micro-algues peuvent constituer des sources de lipides complexes avec des acides gras polyinsaturés variés (8).

D'autres synthétisent des exo-polysaccharides (EPS), désormais utilisées pour la détoxification de milieux pollués par des métaux lourds ou dans le domaine de bio-récupération de certains métaux (9). D'autres polymères d'archéobactéries (10), les polyhydroxyalkanoates (PHA) se transforment en plastiques biodégradables (11).

Les micro-algues s'avèrent également productrices de molécules aux propriétés antivirales, antibiotiques et antiprolifératrices (12). Des enzymes à activité anti-radicalaire, contenues dans des algues comme *Porphyridium cruentum*, participent au traitement des cancers (13).

Le passage à la valorisation

Dès les années 2000, les partenariats se multiplient et des brevets sont déposés. Le laboratoire Production et biotechnologie des algues développe la production de gamétophytes de la famille des algues laminariales. Des travaux aboutissent au dépôt d'un brevet d'un EPS possédant des propriétés pour les reconstructions osseuse et dermique (14).

Un groupement de recherche est créé pour les domaines de l'odontologie, des maladies cardiovasculaires et de la régénération tissulaire ainsi qu'un groupe interdisciplinaire pour l'étude de nouvelles stratégies antitumorales. Un virage est amorcé pour dépasser les domaines liés à la mer en direction d'applications des ressources marines à la recherche préclinique (15).

En parallèle, de nouveaux équipements sont acquis comme un photobioréacteur pour l'étude de l'influence des écoulements tourbillonnaires sur



Photobioréacteur, ©Ifremer, M. Gouillou

les transferts photoniques afin d'optimiser la production de micro-algues. Des techniques de chromatographie par partition centrifuge se développent. Des études de culture en continu d'algues *Chaetoceros gracilis* et sur l'influence du CO₂ sur la croissance des micro-algues se poursuivent (16).

Le développement d'un photobioréacteur d'écloseries commerciales a également fait l'objet d'un dépôt de brevet à l'Ifremer. D'autres applications

concernent la production de lipides à des fins de biocarburant (17), des travaux d'analyse génomique, la production de molécules recombinantes.

Les laboratoires s'adaptent

Dès la fin des années 1980, deux principaux laboratoires spécialisés sur les biotechnologies coexistent : Biotechnologies à Brest et Biochimie et molécules marines à Nantes. Le laboratoire brestois est réorganisé, au milieu des années 1990, donnant naissance à l'unité de recherche Caractérisation des microorganismes marins. Les deux laboratoires rattachés au département Valorisation des produits fusionnent, en 2005, pour constituer le Laboratoire de Microbiologie des environnements extrêmes (LM2E), organisé en unité mixte de recherche avec le CNRS et l'Université de Bretagne occidentale.

Dans le même temps, un département Biotechnologie des ressources marines, basé à Nantes, est aussi créé avec deux laboratoires. Aujourd'hui, ce département change de statut et devient une unité constituée de trois laboratoires : Bioressources marines et bioraffinerie par hydrolyse enzymatique, Écosystèmes microbiens et molécules marines pour les biotechnologies et Physiologie et biotechnologie des algues.

D'autres unités telles que Physiologie fonctionnelle des organismes marins à Brest, Santé génétique et microbiologie des mollusques à La Tremblade, Biogéochimie et écotoxicologie à Nantes et Biologie des organismes marins exploités à Palavas-les-Flots œuvrent aussi dans le champ des biotechnologies à l'Ifremer.

De nombreux partenariats existent en France comme avec le CNRS, l'Inserm, l'Inra, de nombreuses universités dont celles de Brest, Nantes, Caen, La Rochelle et de la Polynésie française ainsi qu'avec des écoles d'ingénieurs. Des collaborations se sont nouées avec plusieurs pays étrangers parmi lesquels les États-Unis, l'Australie, le Mexique, et le Royaume-Uni.

Conclusion

Les biotechnologies ont été pratiquées par de nombreux services du CNEXO, de l'ISTPM et de l'Ifremer tant pour la recherche environnementale que dans le cadre de l'aquaculture et de l'hydrothermalisme. Elles font partie des disciplines nouvelles qui ont généré de nouveaux laboratoires.

La prise de conscience, en 1990, de l'étendue du domaine couvert a favorisé des travaux en biologie moléculaire et pour la production de micro-algues. Ils débouchent sur des applications en rapport avec la santé, la chimie fine, l'alimentation ainsi qu'avec les industries pétrolières et pharmaceutiques. Dans les années 2000, les recherches se sont diversifiées et se sont concrétisées avec dépôt de brevets.

Aujourd'hui, l'utilisation des outils de génomique est fondamentale pour caractériser les espèces. Les souchothèques se développent dans le cadre européen des Centres de ressources biologiques. Les recherches s'intensifient, à l'Ifremer, pour les applications relatives à l'environnement et à la santé.

- (1) Cochard JC *et al.* (1987) *Soc Fr Malacol*, acte de colloque : Biologie appliquée à la conchyliculture et à l'héliculture, 2-5 septembre 1987 à Rennes, ed Haliotis, 19, 259-74
- (2) Sournia A *et al.* (1990) *Nuisances et intoxications causées en France par le phytoplancton et les efflorescences marines - Synthèse préliminaire*, Ifremer
- (3) Etienne M (1991) *Mise en évidence de l'histamine et des amines biogènes*, Maisons-Alfort, France
- (4) Barbier G, Prieur D (1991) *Biofutur* 106, 41-46
- (5) Le Gal Y, Barbier G (1990) *Biotechnologies marines. L'Etat des recherches en France et à l'étranger, les enjeux, la place et le rôle de l'Ifremer*, Ifremer
- (6) Collic-Jouault S *et al.* (1991) *Thrombosis Research* 64, 143-154
- (7) Muller-Feuga A (1997) *Micro-algues marines : les enjeux de la recherche*, Ifremer
- (8) Bergé JP *et al.* (1995) *Phytochemistry* 39, 1017-21
- (9) Deschatre M *et al.* (2013) *Appl Biochem Biotechnol* 171, 1313-27
- (10) Querellou J (2010) *Biofutur* 29(310), 45-48
- (11) Guezennec J *et al.* (2011) *Process Biochem* 46, 16-22
- (12) Berge JP *et al.* (2002) *J Agr Food Chem* 50, 6227-32
- (13) Picot L *et al.* (2008) *Research of anticancer molecules in marine biomasses*. In *Added Value to Fisheries Waste*, ed Transworld Research Network, pages 211-24
- (14) Collic-Jouault S *et al.* (2004) *Pathol Biol* 52, 127-130
- (15) Durand P, Collic-Jouault S (2004) *Océanis* 27 533-52
- (16) Robert R *et al.* (2013) *Aquaculture Europe* 13 Making Sense of Science, 9-12 August 2013 à Trondheim
- (17) Cadoret JP, Bernard O (2008) *J Soc Biol* 202, 201-11