

Les grands défis de l'aquaculture en France et dans le monde

Par Chantal CAHU*

La production aquacole mondiale, qui a passé le cap des 60 millions de tonnes en 2010, emploie 11 millions de personnes. Pour pouvoir poursuivre cet accroissement dans des conditions de durabilité, l'aquaculture doit relever certains défis à la fois scientifiques, économiques et sociétaux. Trois défis seront développés dans cet article : a) nourrir les poissons, dans un contexte de compétition dans l'accès aux ressources, tout en limitant la pression sur les stocks de poissons sauvages, mais aussi sur les céréales ; b) produire des animaux sains dans un environnement en changement, en comprenant les mécanismes de développement des pathologies et en abaissant les taux de contamination par différents polluants et, enfin, c) s'assurer de la durabilité des pratiques et des produits de l'aquaculture en prenant en compte les services écosystémiques rendus par cette activité. Le développement de l'aquaculture se base sur une recherche en biologie dotée d'outils très performants (génomique, séquençage des génomes de nombreuses espèces).

Introduction – La situation actuelle de l'aquaculture : les espèces élevées et la production

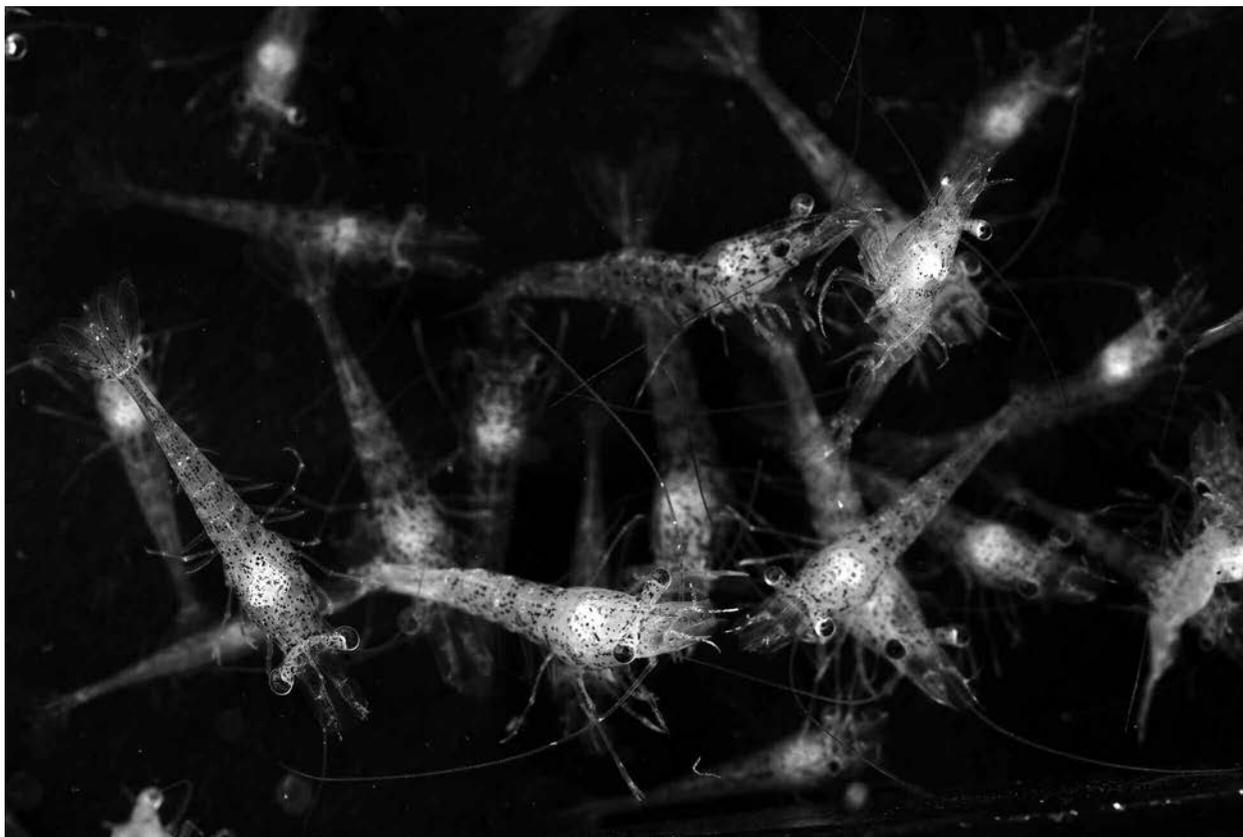
La production de ressources alimentaires par l'aquaculture n'a cessé de croître au niveau mondial au cours des dernières décennies. De l'ordre de 5 millions de tonnes en 1970, pour atteindre 45 millions de tonnes en 2000, la production aquacole a passé le cap des 60 millions de tonnes en 2010 (pour ce qui concerne l'aquaculture à but alimentaire, et hors algues comestibles), ce qui représente une valeur totale de 119 milliards de dollars. Le volume des captures n'augmentant que peu au cours de cette période, la contribution de l'aquaculture aux débarquements n'a donc cessé de croître.

La production aquacole mondiale est constituée pour les deux tiers d'animaux d'eau douce élevés en milieu continental (alors que les produits de capture sont essentiellement marins). La FAO (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*), qui tient à jour des statistiques très complètes sur ces productions, dénombrait 506 espèces animales élevées en 2010, dans 190 pays utilisant des systèmes de production plus ou moins intensifs et des technologies variées. Les espèces élevées incluent principalement des poissons (327 espèces, correspondant à 65 % du volume total de production), des mollusques (102 espèces, soit 23 % du volume total de production), des crustacés (62 espèces, soit 10 % du volume total de production), et des amphibiens, des tortues, des holothuries, des oursins,

des méduses ou des ascidies (quinze espèces représentant, ensemble, 1,5 % du volume total de production).

L'aquaculture est le secteur qui affiche la croissance la plus dynamique dans l'ensemble des secteurs de la production animale, avec 8,9 % par an depuis 1970 (à comparer aux 2,8 % pour les autres filières animales au titre de la même période). L'aquaculture emploie 11 millions de personnes dans le monde. Mais cette forte production et cette croissance élevée cachent une grande disparité selon les pays. La Chine, pays où l'aquaculture est une activité traditionnelle, représente à elle seule 62 % de la production aquacole mondiale et l'Asie (en incluant la Chine) assure 89 % de la production totale. Il s'agit de données récemment révisées et consolidées, après une certaine surestimation de la production chinoise au cours des années précédentes. L'Europe ne contribue que pour 4,2 % à la production aquacole mondiale, soit 2,5 millions de tonnes (année 2010). C'est la Norvège qui est le plus gros producteur, avec 1 million de tonnes, puis viennent ensuite l'Espagne et la France avec environ 250 000 tonnes chacune.

Les espèces les plus représentées dans l'aquaculture chinoise sont les cyprinidés, c'est-à-dire les carpes. Ce sont des espèces phytophages, brouteuses ou détritivores, mais de plus en plus des aliments sont ajoutés dans les bassins d'élevage pour améliorer la productivité. L'Europe s'est orientée vers l'élevage d'espèces carnivores, comme le saumon (notamment en Norvège), ou d'autres, comme la trui-



© IFREMER - Olivier Dugornay

Elevage de crevettes au Centre Océanologique du Pacifique (COP), Tahiti, 2010.

te, le bar ou la daurade. En France, la production aquacole est constituée pour une grande partie de bivalves (huîtres et moules), représentant près de 200 000 tonnes (voir le tableau 1 ci-dessous).

La culture des huîtres et des moules est une activité traditionnelle en France, qui est très bien acceptée par les riverains des bassins. Elle occupe, sur la base de concessions maritimes, 18 000 hectares de parcs installés le long des côtes et elle génère 18 000 emplois se répartissant dans 4 600 exploitations.

Par ailleurs, 110 000 hectares d'étangs d'eau douce sont gérés dans le cadre de la production de carpes, de perches, de sandres, des alevins y sont placés en vue de leur grossissement. 35 000 tonnes de truites sont produites chaque année par 365 entreprises. Une trentaine d'entreprises réparties sur le littoral assurent le grossissement de poissons marins, tandis qu'une dizaine d'écloseries contribuent à l'approvisionnement en alevins.

La pisciculture se développe également en France d'Outre-mer, notamment avec l'élevage d'ombrines.

Espèces (noms français)	Espèces (noms scientifiques)	Production en France (2010)	Milieus de production
Huîtres creuses	<i>Crassostrea gigas</i>	120 000 tonnes	Estrans, eau profonde, marin
Moules	<i>Mytilus edulis</i>	74 000 tonnes	Estrans, eau profonde, marin
Truites	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	35 000 tonnes	Bassins à terre, eau douce
Carpes et perches	<i>Cyprinus carpio</i> <i>Perca fluviatilis</i>	10 000 tonnes	Etangs, eau douce, aquaculture extensive
Poissons marins : bars, dorades, turbots, ombrines	<i>Dicentrarchus labrax</i> , <i>Sparus aurata</i> , <i>Scophthalmus maximus</i> , <i>Sciaenops ocellatus</i>	6 200 tonnes	Cages <i>off-shore</i> , bassins à terre, marin
Esturgeons	<i>Acipenser sturio</i>	300 tonnes (caviar : 19 tonnes)	Rivières, eau douce

Tableau 1 : Principales espèces aquacoles élevées en France.



© IFREMER – Jean Prou

Poches d'huîtres creuses à La Tremblade (Charente-Martime).

Enfin, la France compte au nombre des pays producteurs de caviar, avec 19 tonnes (sur les 140 tonnes de la production annuelle mondiale).

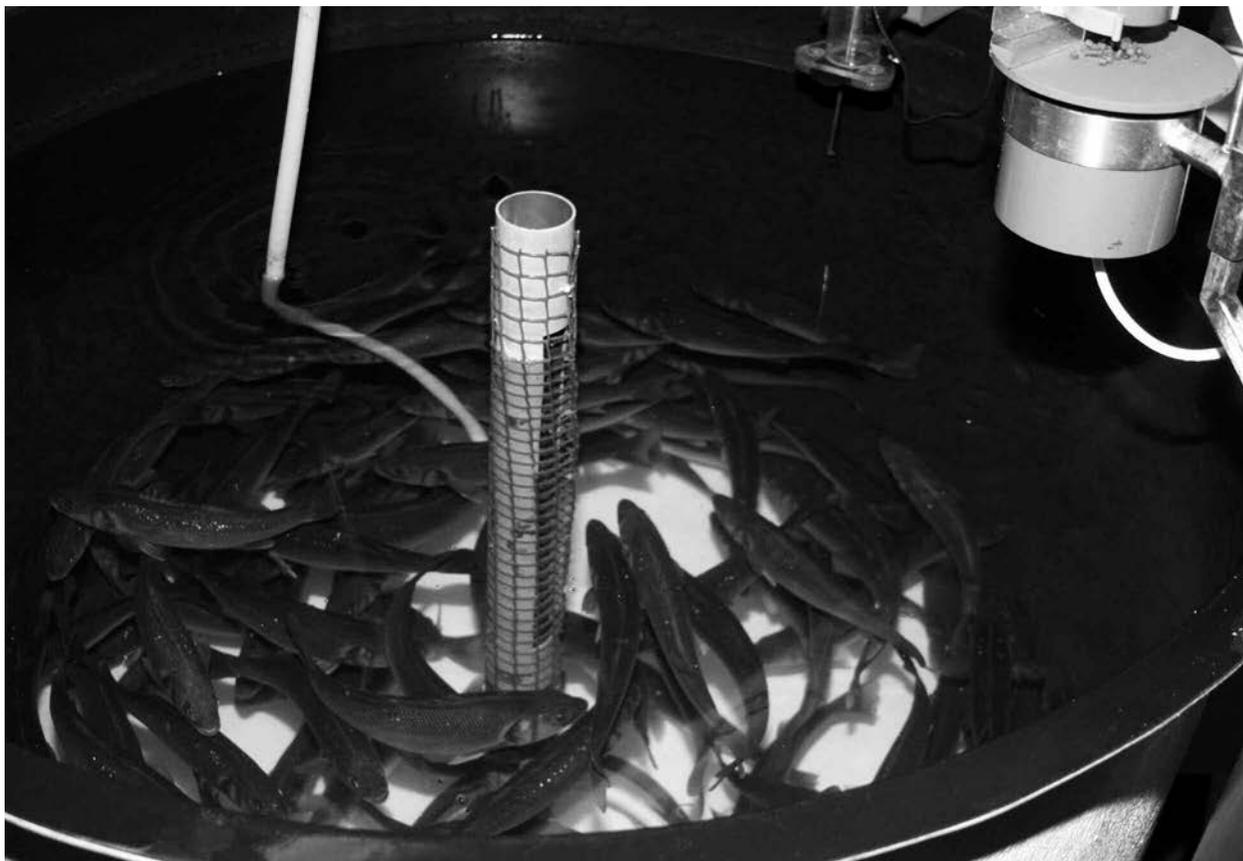
Malgré des productions modestes, l'aquaculture est en France une activité génératrice d'emplois et est structurante en matière d'aménagement du territoire.

Actuellement, la disponibilité en produits aquatiques est d'environ 16 kg par habitant et par an, qui proviennent aussi bien de la capture que de l'aquaculture (avec une forte variabilité suivant les régions du monde). La demande en produits aquatiques est croissante du fait de l'augmentation de la population, mais aussi celle de la demande individuelle : les produits aquatiques étant reconnus comme des sources de protéines, de lipides (notamment d'acides gras longs polyinsaturés de la série des omégas 3) et comme des micronutriments d'excellente qualité. Cette demande croissante devra être satisfaite par l'aquaculture, la FAO prévoit à ce titre une poursuite de l'accroissement de la production aquacole au cours des prochaines décennies. La Chine a d'ailleurs inclus l'augmentation de la production de l'aquaculture dans ses modèles de sécurité alimentaire. L'accroissement de cette activité est réel en Asie, mais il reste très modéré en Europe bien qu'il soit encouragé par l'Union européenne, l'Europe étant fortement importatrice de produits aquatiques. Pour réaliser réellement cet accroissement dans des conditions de durabilité, l'aquaculture devra relever certains défis, à la fois scientifiques, économiques et sociétaux.

Nourrir les poissons dans un contexte de compétition dans l'accès aux ressources alimentaires

Un des premiers défis que devra relever l'aquaculture sera celui de nourrir les poissons et les crustacés d'élevage. Jusque dans les années 1980, la majorité de la production était assurée par des espèces non nourries, c'est-à-dire des espèces (comme les huîtres et certaines espèces de carpes) s'alimentant à partir de la production primaire ou secondaire des bassins.

Actuellement, le pourcentage de production que représentent les espèces non nourries par rapport à la production aquacole totale est tombé à 30 %, car même si la production de bivalves et de carpes non nourries augmente, celle des crustacés et des poissons nourris progresse plus vite. De plus, afin d'augmenter la productivité, des aliments sont maintenant ajoutés pour nourrir des carpes phytoplanctoniques ou détritivores, afin d'accélérer l'efflorescence algale (*blooms*) et le développement de zooplancton. Il s'agit là d'aliments à faible valeur nutritionnelle. Mais les poissons carnivores sont nourris, quant à eux, avec des aliments spécialement adaptés à leurs besoins nutritionnels, en ce qui concerne les protéines et les acides aminés, les lipides et les acides gras essentiels, et les vitamines et les minéraux. Jusque dans les années 1980, ces aliments contenaient un pourcentage élevé de farines et d'huiles de poissons issus de la pêche minotière (reposant sur la capture de petits pois-



© IFREMER – B. Chatain

Bacs d'alimentation de poissons d'aquaculture.

sons pélagiques), ce qui constituait une alimentation proche de leur alimentation naturelle. Cependant, la pêche minière n'a pas vocation à augmenter et une part de ces petits poissons pélagiques peut donc trouver une meilleure utilisation dans l'alimentation humaine.

L'Union européenne a donc décidé de soutenir de nombreux projets de recherche et de développement associant chercheurs, éleveurs et fabricants d'aliments, pour développer des formules d'aliments contenant le moins possible de farines et d'huiles de poisson, mais tout en préservant de bonnes performances de croissance, d'efficacité alimentaire (poids de poisson produit/poids d'aliment consommé), de santé et de bien-être des poissons d'élevage, ainsi que leurs qualités nutritionnelles et organoleptiques pour les consommateurs.

Des techniques novatrices ont été mises en œuvre pour évaluer l'impact d'une alimentation différente sur le métabolisme et la qualité de la chair du poisson : séquençage de génomes (du saumon notamment), étude par micro-arrays de l'expression des gènes liés au métabolisme nutritionnel, aux fonctions immunitaires, au stress, et identification des gènes affectés (nutrigénomique). Les résultats de ces analyses ont montré que le taux d'inclusion des farines et huiles de poisson peut être abaissé jusqu'à 10 à 20 % du poids de l'aliment (projet européen AQUAMAX, <http://www.aquamaxip.eu/>). Les ingrédients de remplacement sont essentiellement d'origine végétale (farines de

céréales, telles que le blé, le maïs, le riz et l'orge, et huiles de palme, de soja, de tournesol ou de colza), mais ils se composent également de produits aquatiques, comme le krill, les polychètes, le zooplancton et les déchets de filetage des poissons pêchés. Les farines animales d'origine terrestre entrent dans l'alimentation des poissons produits en Asie et en Amérique. Elles étaient depuis une quinzaine d'années interdites en Europe, mais en février 2012, l'Union européenne a décidé de les autoriser. Cependant, les producteurs français ont choisi de ne pas les inclure dans l'alimentation des poissons, les consommateurs y étant très défavorables.

Aujourd'hui, 35 millions de tonnes d'aliments sont produites pour nourrir les poissons et les crustacés d'élevage. Cette production devrait atteindre 70 millions de tonnes en 2050, avec le développement prévu de l'aquaculture. Dans un contexte mondial de compétition pour l'accès aux ressources alimentaires et de pression croissante sur les céréales, d'autres ressources sont recherchées comme ingrédients dans les aliments pour poissons : des levures, des bactéries et des micro-algues (NAYLOR et *al.*, 2009). En France, la faisabilité technique et économique de la production de poissons à partir d'aliments incluant une proportion conséquente de micro-algues sera étudiée dans le cadre du projet GreenStars, lauréat de l'appel à projets Investissements d'Avenir dans la catégorie Instituts d'Excellence sur les Énergies Décarbonées.

Produire des animaux sains dans un environnement changeant

L'aquaculture, qu'elle soit pratiquée en milieu marin ou en eau douce, est particulièrement exposée aux risques environnementaux, et les maladies qui ont affecté de nombreux élevages ces dernières années ont été associées au changement global. Des maladies ont décimé des élevages de saumons atlantiques, au Chili, et de crevettes, en Asie, en Amérique du Sud et en Afrique, provoquant d'importantes pertes de production.

En Chine, la perte de production due aux catastrophes naturelles, aux maladies et à la pollution a été évaluée à 1,7 million de tonnes en 2010.

En France, la production d'huîtres souffre depuis plusieurs années d'une mortalité importante, qui a été associée au développement d'un herpesvirus et de plusieurs espèces de vibrios. Les changements environnementaux, tels que la température de l'eau, la salinité, la densité et la qualité du phytoplancton... peuvent expliquer une baisse de résistance de l'hôte (ici, les huîtres) et l'exposer aux pathogènes. Un programme de recherche démarre actuellement qui a pour but de suivre, par satellite, les changements environnementaux (température de surface, phytoplancton, particules en suspension) le long des côtes et dans les lagunes, et d'analyser ces données en relation avec la propagation de la maladie. Parallèlement, des études de génomique, et, récemment, le séquençage du génome de l'huître (ZHANG et

al., 2012), ont permis d'identifier des gènes liés à certaines mortalités, et donc d'élaborer des programmes de sélection génétique pour produire des souches d'huîtres résistantes.

Il est à noter que les pathogènes identifiés comme responsables des fortes mortalités d'huîtres constatées ces dernières années sont sans danger pour l'homme. En revanche, d'autres vibrios (comme *vibrio parahaemolyticus* ou *vibrio cholerae*), qui ne tuent pas le mollusque qu'ils ont infectés, peuvent être dangereux pour le consommateur, déclenchant notamment des gastro-entérites.

L'ANSES (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) considère que la contamination des animaux marins par les toxines produites par certaines espèces de micro-algues, comme le *Dinophysis*, *Alexandrium* ou le *Dinophysis Pseudo-Nitzschia*, est désormais devenue un problème de santé publique à l'échelle mondiale. Dans le cadre du changement global, et au niveau mondial, il semblerait que la prévalence d'efflorescences algales toxiques augmente (FEUFAR, 2008).

Enfin, l'accumulation dans l'eau de métaux lourds et autres contaminants (dioxines, PCB, PBDE) peut atteindre des niveaux inquiétants dans certains élevages, en Asie notamment. Des tests chimiques et biologiques sont en permanence développés et améliorés pour détecter ces contaminants, et de nouvelles toxines sont régulièrement identifiées grâce à des techniques d'analyse élaborées (métabolomique, spectrométrie de masse à haute résolution).



© IFREMER – Olivier Dugornay

Analyse génétique d'huîtres perlières au Laboratoire de génétique du Centre océanologique du Pacifique (COP), Tahiti, 2010.

En France, une surveillance sanitaire (microbiologique, phycotoxique et chimique) des coquillages vivants mis sur le marché est assurée. Par ailleurs, les règles d'importation de produits aquatiques en Europe sont très strictes. Le niveau de contaminant dans la chair des poissons d'élevage est maîtrisé, voire réduit, grâce à la surveillance de leur alimentation : les ingrédients entrant dans la formulation de leurs aliments sont soumis à des normes très strictes émanant de la Communauté européenne, et le remplacement des ingrédients marins (huiles et farines de poisson) par des ingrédients végétaux conduit à une réduction des teneurs en dioxines et en métaux lourds. Néanmoins, les espèces aquatiques sont très fortement affectées par la qualité de leur environnement et, dans un contexte de changement global, des mesures sont actuellement étudiées pour éloigner les élevages des sources de contaminants (éloignement des côtes par exemple, cages *off-shore*).

La nécessité de s'assurer de l'acceptabilité et de la durabilité des pratiques et produits de l'aquaculture

L'aquaculture est un secteur de production relativement récent, en Europe notamment. En effet, alors que les installations liées à la production conchylicole font partie du paysage français depuis longtemps, l'élevage de poissons marins est assez nouveau pour le citoyen et le consommateur français. Le consommateur ignore souvent le fait que 50 % des bars et 90 % des daurades consommés en France sont issus de l'aquaculture. Les réticences sont multiples : crainte de la pollution induite par cet élevage, conflits liés à une concurrence entre modes d'utilisation des zones côtières, suspicion d'une qualité moindre du poisson d'élevage par rapport au poisson pêché. Une enquête réalisée par France Agrimer (2011) révèle cependant que 65 % des consommateurs français ont une image positive du poisson d'élevage, et le label « origine France » rassure le consommateur.

Au niveau mondial, le développement accéléré de l'aquaculture ne s'est pas toujours fait dans l'intérêt des populations, comme par exemple les élevages intensifs de crevettes en Inde, qui ont conduit à une destruction importante des zones de mangroves, ont salinisé les nappes phréatiques et généré des conflits sociaux dus à la conversion de rizières en surfaces d'élevage de crevettes. La Cour suprême de ce pays a dû intervenir, en 1996, pour réguler les conditions du développement de cette branche de l'aquaculture.

L'intensification des élevages de saumons le long des côtes du Chili a conduit à la propagation fulgurante d'une maladie, l'anémie infectieuse (non transmissible à l'homme), qui s'est soldée par une perte majeure de la production, une crise économique (s'accompagnant d'un nombre important de licenciements) et un recours massif aux antibiotiques. Ces exemples montrent bien que, d'une part, les modes d'aquaculture retenus doivent être adaptés aux conditions locales (entendues au sens large :

environnement, attente des populations...), mais aussi, d'autre part, que les conditions de production doivent être sécurisées.

Depuis quelques années, une approche écosystémique est mise en œuvre pour s'assurer de la durabilité des différents types d'élevages dans les différents contextes. Des analyses du cycle de vie permettent d'objectiver l'impact de l'élevage sur l'environnement, en mesurant ses intrants (énergie utilisée, eau, oxygène, biomasse des alevins, protéines, lipides, cellulose et phosphore de l'aliment), ainsi que l'impact de ses infrastructures (comme le ciment) et de ses émissions d'azote et de phosphore pour produire une tonne de poisson.

Des paramètres, tels que le potentiel d'eutrophisation, l'impact potentiel sur le réchauffement global, le potentiel d'acidification, les besoins en eau, en énergie, la superficie et la production primaire nette utilisées, sont rassemblés pour comparer entre eux les différents systèmes de production. De plus, les services écosystémiques liés aux productions aquacoles sont étudiés en prenant en compte les quatre groupes de services définis par le *Millenium Ecosystem Assessment* (2005).

Parmi les biens et les services fournis, l'aquaculture contribue bien sûr, en premier lieu, au groupe des biens et des services de prélèvement, en produisant de la nourriture, mais aussi aux services de régulation, aux services culturels (savoirs, valeurs récréatives...) et aux services d'appui (cycle des nutriments, cycle de l'eau...). La perception des services écosystémiques rendus par l'aquaculture est très différente suivant les pays, comme l'a démontré une étude réalisée en France, au Brésil et en Indonésie (étude accessible en ligne à l'adresse suivante : <http://www.piscenlit.org/>).

D'autres domaines de recherche ont aussi pour but de fiabiliser les productions, en diminuant leur impact sur l'environnement, la biodiversité et les stocks sauvages. Il s'agit notamment de recherches sur :

- ✓ les cycles de vie des espèces (reproduction, développement larvaire, croissance), afin de pouvoir produire des alevins de qualité et limiter la capture d'alevins sauvages pour permettre leur grossissement ;
- ✓ l'environnement microbien, dans le but de limiter, voire de supprimer l'usage des antibiotiques (développement de vaccins, identification de peptides antimicrobiens...) ;
- ✓ les marqueurs génétiques de résistance au stress afin de produire des souches résistant à certaines pathologies ;
- ✓ le déterminisme du sexe et la triploïdisation en vue de produire des individus stériles et donc incapables de se reproduire dans la nature (au cas où ils s'échapperaient de structures aquacoles) ;
- ✓ les interactions génétiques ainsi que sur les interactions pathologiques entre les stocks sauvages et captifs ;
- ✓ le comportement et le bien-être des animaux aquatiques dans les élevages ;
- ✓ la qualité nutritionnelle, sanitaire et organoleptique du produit final proposé aux consommateurs.

Conclusion : l'avenir de l'aquaculture

Après une période de croissance effrénée, l'aquaculture entre aujourd'hui dans une phase plus mature où la durabilité est prise en compte. Parallèlement, de nouveaux challenges se présentent, la biodiversité offrant des possibilités infinies pour l'aquaculture. Ainsi, le fleuve Amazone recèle des espèces de poissons et de crustacés jusqu'à présent mal connues, qui affichent des potentiels de croissance élevés. Des micro-algues sont étudiées dans différents laboratoires du monde afin d'identifier des espèces capables de produire des lipides pour produire du bio-fuel et/ou des molécules d'intérêt nutritionnel. Certaines espèces d'invertébrés sont élevées en Chine pour produire des molécules pharmaceutiques. La production de perles de qualité, soutenue par une recherche performante, constitue déjà une source de revenus importante pour la Polynésie française. La production contrôlée en milieu aquatique ne se limitera pas à la simple (mais importante !) production alimentaire. En parallèle, les connaissances acquises en matière de biologie et de physiologie des espèces animales faisant l'objet d'aquaculture pourront être utilisées pour assurer une meilleure protection et gestion des stocks sauvages.

Note

* Directeur de recherche, IFREMER.

Bibliographie

- ANSES, *Consommation des poissons, mollusques et crustacés : aspects nutritionnels et sanitaires pour l'homme*, Rapport 2010, 190 pages, 2010.
- ANSES, *Bulletin épidémiologique, Santé animale et alimentation*, octobre 2011, n°45, 35 pages, 2011.
- EATiP, *The future of European Aquaculture. Our vision: a strategic agenda for research and innovation*, 41 pages, 2012. <http://www.eatip.eu/>
- FAO, *The state of world fisheries and aquaculture*, Rome, 104 pages, 2012. <http://www.fao.org/fishery/sofia/en>
- FEUFAR, *The future of European Fishery and Aquaculture research*, EU project, 2008. <http://www.feufar.eu/>
- MEA, *Ecosystems and human well-being, synthesis*, Island Press, Washington DC, 137 pages, 2005.
- NAYLOR (R. L.) & al., *Feeding aquaculture in an era of finite resources*, PNAS, 36, pp. 15103-15110, 2009.
- ZHANG (Guofan) & al., "The oyster genome reveals stress adaptation and complexity of shell formation", *Nature* 490, pp. 49-54. doi: 10.1038/nature11413, 2012.