

— ÉTUDES MARINES —

NOURRIR

N°15 – Janvier 2019
Centre d'études stratégiques de la Marine

SOMMAIRE

PRÉFACE

Capitaine de vaisseau Yves Postec 6

« Notre filière a fait le choix de la qualité sur la quantité »

Entretien avec Didier Guillaume 8

I. RESSOURCES DE TOUJOURS 14

Les défis de la pêche française

Jérôme Lafon 16

Le bel avenir des algues

Hélène Marfaing et Ronan Pierre 22

Le plaisir de « manger la mer » est-il durable ?

Alain Miossec et Jean-Robert Pitte 32

II. L'AVENIR 38

L'aquaculture : quelle réponse à la demande croissante de nourriture dans le monde ?

Chantal Cahu 40

Le dessalement, une réponse au manque d'eau dans le monde

Entretien avec Vincent Baujat 50

III. LES ENJEUX	60
Enjeux sanitaires : l'exemple de la conchyliculture Soizick F. Le Guyader, Pascal Garry et Jean-Côme Piquet	62
Quand la souveraineté alimentaire repose sur la mer... Sébastien Abis et Xavier Regnaut	72
La sécurité alimentaire vue du large Thomas Pailloux	82
« Cuisiner, c'est donner de la mémoire à de l'éphémère » Entretien avec Thierry Marx	94

L' aquaculture : quelle réponse à la demande croissante de nourriture dans le monde ?

Chantal CAHU

*Directrice de recherche à l'Institut français de recherche
pour l'exploitation de la mer*

Nos sociétés devront rapidement faire face à une augmentation conséquente de la population mondiale qui pourrait dépasser les 9 milliards de personnes au milieu du XXI^e siècle. Il s'agira de faire preuve d'inventivité pour nourrir les populations avec un impact minimum sur l'environnement, et cela dans le cadre de l'Agenda 2030, programme des Nations unies devant mener à un monde plus égalitaire à cet horizon, avec la définition d'objectifs de développement durable (ODD) mettant en exergue les sujets d'éradication de la faim dans le monde, de réduction de la pauvreté et des inégalités. Un des objectifs de développement durable, l'ODD 14, concerne directement la vie aquatique et la nécessité d'une gestion écosystémique durable des pêches et de l'aquaculture pour contribuer à nourrir les populations, réduire les inégalités et préserver l'environnement et la biodiversité. Il constitue un point important dans l'atteinte des autres objectifs et le succès du programme.

La contribution des produits aquatiques à la sécurité alimentaire dans le monde

Les produits aquatiques constituent une source d'aliments et de protéines importante dans le monde: environ 17 % des protéines animales consommées aujourd'hui proviennent des produits de la mer. Depuis 1960, l'augmentation de la consommation mondiale de produits de la mer a été bien supérieure à celle de la viande. Elle est passée de 9 kg par habitant en 1960 à 20,2 kg en 2015. Cependant, cette consommation moyenne traduit mal les inégalités entre les différentes parties du monde, les habitants des pays en développement consommant généralement peu de poisson (parfois à peine 2 kg par an), malgré des ressources halieutiques souvent importantes, quand les habitants des pays développés ont une consommation dans certains cas supérieure à 50 kg par an. Il faut cependant noter que dans plusieurs petits États insulaires en développement (PEID), les produits de la mer apportent la quasi-totalité des protéines animales dans la ration alimentaire des habitants.

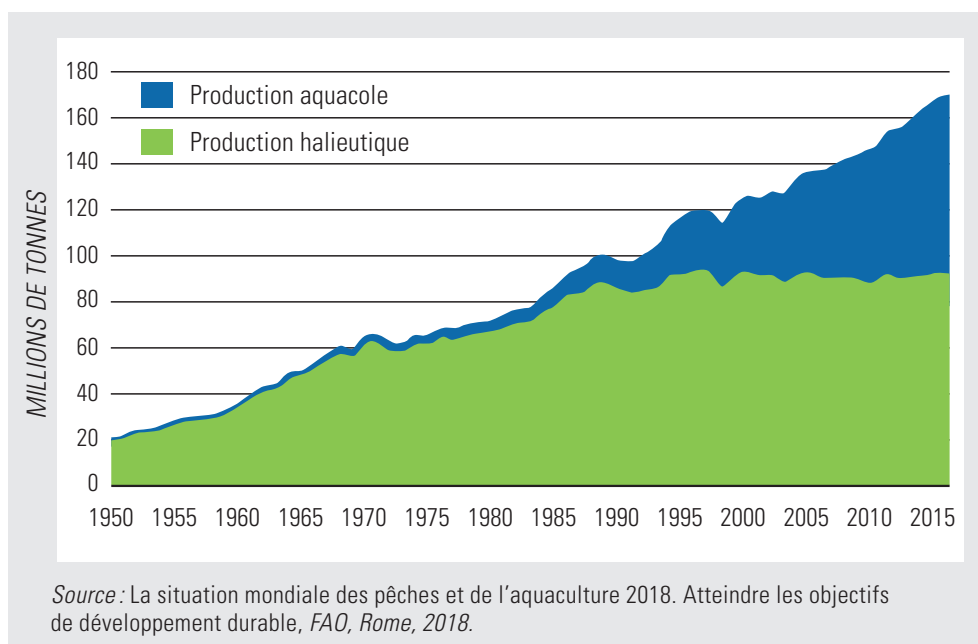
La disponibilité en produits aquatiques, et notamment en produits de la mer, représente aussi un enjeu pour la santé des populations¹. Ils ne sont pas simplement une source de protéines, mais constituent le principal apport en différents nutriments comme les acides gras à longue chaîne polyinsaturés en oméga 3 (notamment le DHA, acide docosahéxahénoïque). Les effets protecteurs de ces acides gras sur le muscle myocarde, contre le diabète et certains cancers sont

1. *Consommation des poissons, mollusques et crustacés: aspects nutritionnels et sanitaires pour l'homme*, ANSES, 2010.

maintenant avérés. De plus, ils interviennent dans le développement du cerveau et du système nerveux chez le fœtus. Les produits aquatiques constituent également un apport intéressant en sels minéraux (iode, sélénium, phosphore) et vitamines (A et E). Tous ces nutriments sont particulièrement importants lors de certains stades de la vie, comme la période périnatale, et contribuent à réduire les risques de malnutrition des populations vulnérables.

Les produits aquatiques proviennent de la pêche (capture) et de l'aquaculture (élevage). La *Food and Agriculture Organization* (FAO) estime à 171 millions de tonnes la production mondiale de produits aquatiques (valeurs 2016, publiées en 2018)². La production de la pêche est stable depuis 1980, autour de 91 millions de tonnes. C'est donc l'aquaculture qui a soutenu la croissance de l'offre de poissons avec une production en augmentation d'environ 10 % par an entre 1980 et 2000, puis de 6 % les années suivantes, pour atteindre 80 millions de tonnes en 2016. Ces chiffres concernent les espèces animales, auxquelles il convient de rajouter une production de 30 millions de tonnes d'algues.

Productions halieutique et aquacole mondiales



C'est par conséquent sur l'aquaculture que reposera l'augmentation future de l'offre de produits aquatiques, les stocks de poissons sauvages étant pour une grande part déjà surexploités. En revanche, les projections de la FAO montrent qu'en 2030, la production de l'aquaculture devrait atteindre 109 millions de tonnes.

2. La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2018. Atteindre les objectifs de développement durable, FAO, Rome, 2018.

L'aquaculture, activité traditionnelle devenue industrie

L'aquaculture est une activité ancienne, les élevages de carpes ayant été décrits en Chine près de 1 000 ans avant J.-C. Quatre siècles plus tard, des systèmes de polyculture – poissons de différentes espèces, algues, végétaux – se développent. En Europe, les Romains utilisaient déjà des viviers pour faire grossir des poissons, crustacés ou mollusques capturés, et la mytiliculture y apparaît dès le XIII^e siècle. Au cours du Moyen-Âge, puis à la Renaissance, les techniques d'élevage s'affinent, notamment pour les poissons d'eau douce. Des documents datant de cette époque traitent de la construction de bassins et de la gestion de l'eau, des espèces à élever et de leur alimentation. La truite est la première espèce dont l'élevage se développera sur plusieurs continents dès le XIX^e siècle, grâce à des prémices de techniques de reproduction contrôlée. Dans les années 1950, des aliments composés rudimentaires apparaissent, permettant de remplacer poissons et autres aliments frais dans l'alimentation des poissons carnivores.

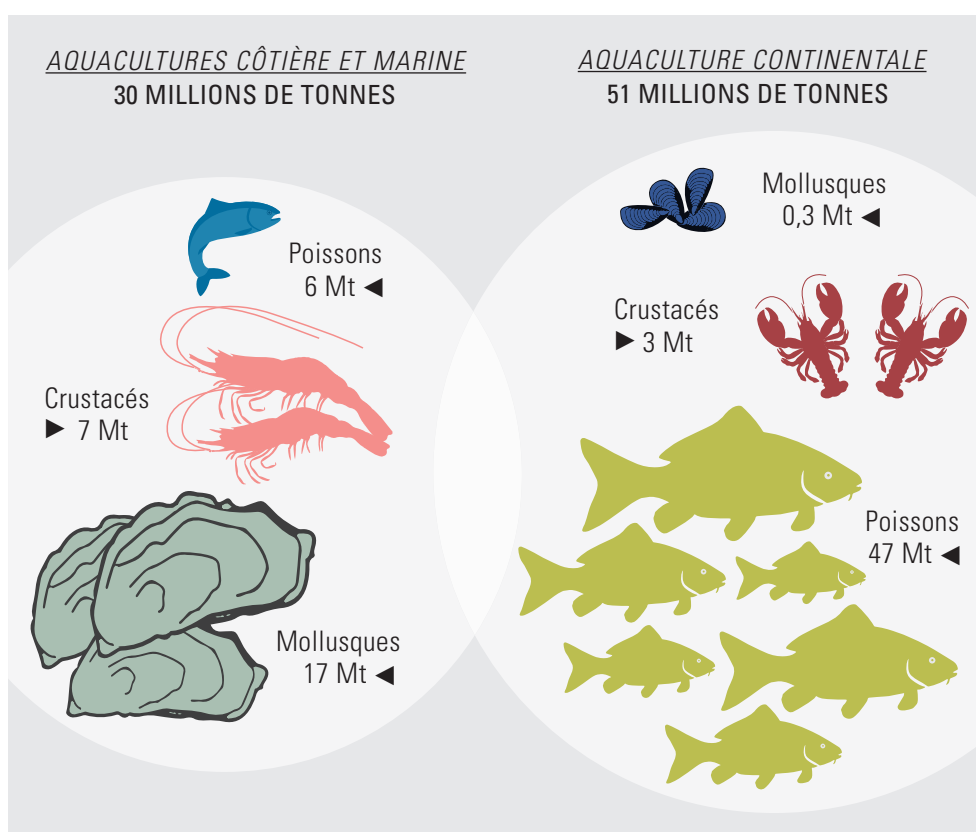
Au cours des dernières décennies, la recherche et la technologie se sont déployées sur la question de l'aquaculture. Des fonds importants ont été alloués par l'Union européenne ou des pays comme la Chine pour soutenir d'importants projets de recherche sur différents sujets. La physiologie de la reproduction et du développement des larves, la génétique, les besoins nutritionnels précis, les pathologies et les traitements ont été étudiés pour chaque espèce. Plus récemment, les génomes de nombreuses espèces ont été séquencés, ouvrant la voie à une meilleure connaissance de leur biologie. Des lignées, des hybrides, des triploïdes sont produits. Parallèlement, l'industrie a développé des techniques d'aération et d'oxygénation des bassins, des distributeurs d'aliments sophistiqués, des contrôles automatisés des paramètres de la qualité de l'eau dans les éclosiers et les bassins de grossissement, des cages en mer résistantes aux aléas naturels... Des alevins (jeunes poissons) ou naissains (jeunes mollusques) de nombreuses espèces sont maintenant produits dans des éclosiers de grande capacité, pouvant alimenter de nombreuses fermes d'élevage, dans leur pays d'origine comme à l'étranger. L'élevage de très nombreuses espèces, d'eau douce ou marines, se développe maintenant sur tous les continents et presque toutes les latitudes.

Les différentes formes d'aquaculture actuelles

Différentes techniques d'élevage d'espèces aquatiques existent, dans différents milieux : eau douce, eau saumâtre, eau de mer. La production mondiale de produits

aquatiques d'élevage provient en grande partie – 51 millions de tonnes en 2016 – de l'aquaculture d'eau douce. Cette aquaculture a conservé de nombreux aspects de l'activité traditionnelle. Les espèces élevées sont des carpes de plusieurs espèces, du tilapia, du pangasius, du poisson-chat, de la truite... pour la plupart des espèces herbivores ou détritivores. Les élevages se font dans des étangs de taille très variable, et souvent avec des techniques extensives engageant peu d'intrants en eau, énergie ou aliments. Plusieurs espèces sont élevées ensemble, en polyculture. Il s'agit même souvent de systèmes d'agri-aquaculture intégrés, comprenant des espèces aquatiques de différents niveaux trophiques, en association avec les rizières. Des enclos et des cages sont aussi couramment aménagés dans les plans d'eau selon un modèle très fréquent en Asie, plus rare mais en développement en Afrique. Des réservoirs servant à l'agriculture sont aussi valorisés, en Tunisie par exemple, par l'introduction de juvéniles de différentes espèces de poisson – comme du sandre ou du mulot – pêchés ou produits en écloserie.

Production mondiale aquacole par groupes d'espèces, en 2016



L'aquaculture en milieu marin, 29 millions de tonnes en 2016, se pratique le long des côtes, faisant face à des variations importantes de salinité, ou en pleine mer. L'aquaculture côtière concerne ainsi les mollusques, huîtres et moules

essentiellement, élevés dans des concessions comme c'est le cas en France, et des crevettes, élevées dans d'immenses bassins à terre approvisionnés en eau de mer, comme on en voit dans le Sud-Est asiatique, à Madagascar ou en Équateur. Alors que l'aquaculture continentale produit essentiellement des poissons, l'aquaculture marine concerne surtout des mollusques et crustacés, l'élevage de poissons marins ne représentant qu'une production de 6 500 tonnes, soit 8 % de la production aquacole totale. Ces poissons sont principalement des espèces carnivores, comme le saumon produit en Norvège ou au Chili, le bar ou la daurade en Grèce ou en Espagne. Ils sont généralement élevés dans des systèmes très intensifs, *race-ways* en béton à terre ou cages en mer, et nourris avec des aliments composés, avec un taux de conversion de l'aliment proche de 1 dans les élevages bien gérés (1 kg d'aliment nécessaire pour produire 1 kg de poisson).

Cette question de l'alimentation suscite des débats lorsqu'on parle d'aquaculture et mérite d'être éclairée car toutes les espèces ne sont pas « nourries ». Certaines sont filtreuses, comme les mollusques bivalves, les holothuries, les méduses ou les oursins, et s'alimentent en retenant le phytoplancton et les bactéries de la masse d'eau ou du sédiment. Les carpes herbivores, les tilapias et généralement les poissons d'eau douce élevés en extensif s'alimentent quant à eux de la production primaire et secondaire (phytoplancton et zooplancton) du bassin. Il faut cependant ajouter qu'avec la tendance à l'intensification des élevages, la production naturelle des bassins ne suffit plus, des aliments étant distribués dans les bassins de poissons, dans ceux des carpes par exemple. À l'inverse, les poissons carnivores ou les crevettes élevés en extensif doivent recevoir des aliments à base de farines végétales et huiles de poisson. Elles se placent donc, comme les autres espèces animales élevées, en compétition avec l'alimentation humaine. Notamment, une partie des petits pélagiques et le krill (petites crevettes des eaux froides) sont transformés en farine pour l'alimentation animale, dont l'aquaculture.

Si le nombre d'espèces élevées augmente régulièrement – 369 poissons, 109 mollusques, 64 crustacés, 7 amphibiens et reptiles, 9 invertébrés aquatiques et 40 algues en 2016 selon la FAO –, la diversité n'est qu'apparente. En fait, vingt espèces constituent plus de 80 % de la production mondiale, parmi lesquelles plusieurs espèces de carpes (*Ctenopharyngodon idellus*, *Hypophthalmichthys molitrix*, *Cyprinus carpio*, *Hypophthalmichthys nobilis*...), le tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*), le panga (*Pangasius spp.*), le saumon atlantique (*Salmo salar*), la crevette à pattes blanches (*Penaeus vannamei*), l'huître creuse (*Crassostrea spp.*), la palourde japonaise (*Ruditapes philippinarum*).

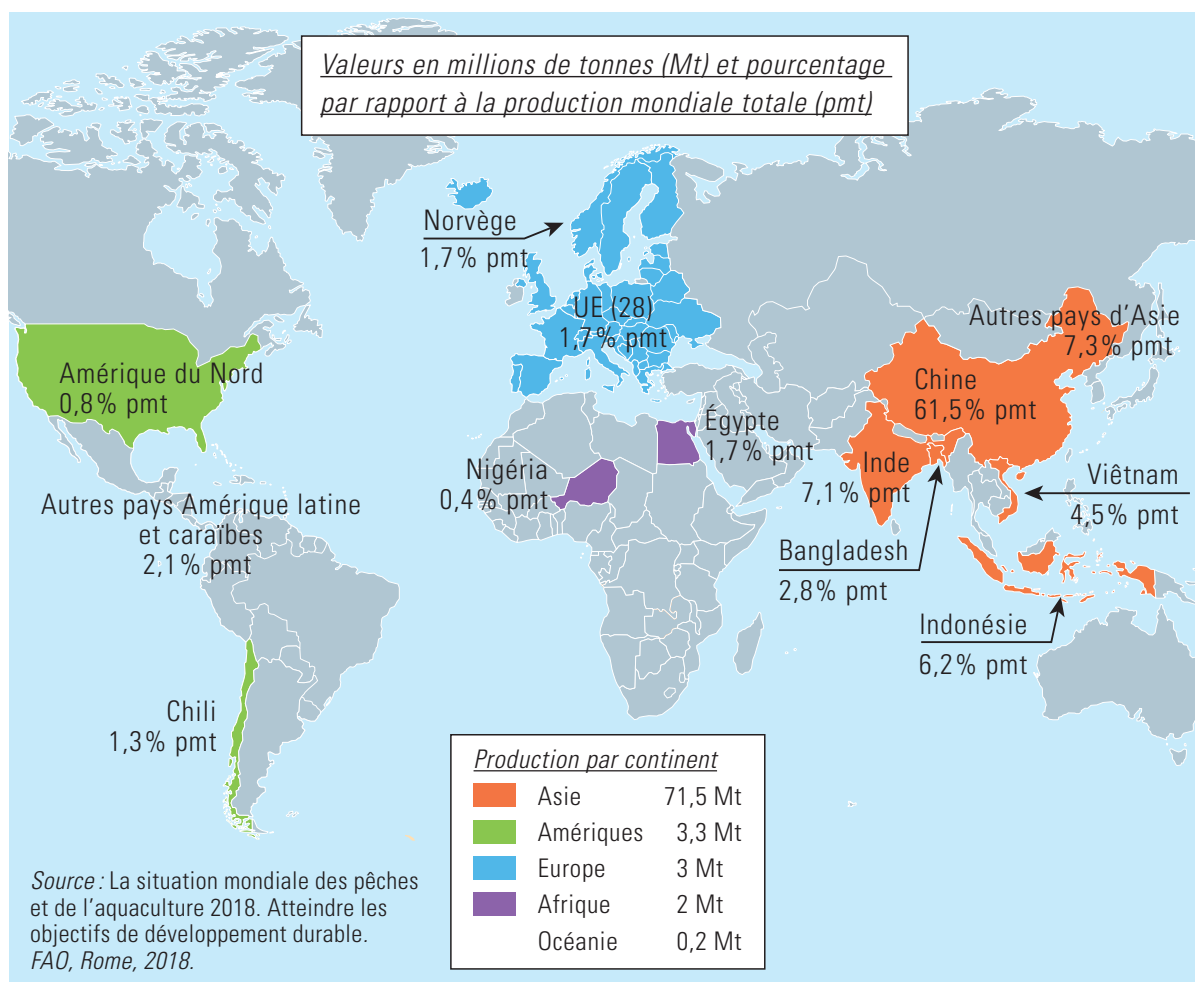
Le paysage mondial de la production aquacole

L'aquaculture s'est développée sur tous les continents et procure un emploi à près de 20 millions de personnes dans le monde. Cependant, la production mondiale est largement dominée par l'Asie, qui contribue pour elle seule à près de 90 % du total aquacole depuis plusieurs décennies. La Chine, pays à tradition aquacole millénaire, assure plus de 60 % de la production mondiale, soit près de 50 000 tonnes. Il s'agissait auparavant d'une production en eau douce, essentiellement des carpes, non nourries, en élevage extensif, produites dans un cadre familial ou communautaire. Les élevages en eau douce se sont intensifiés, les espèces se sont diversifiées, mais Pékin s'est également tourné vers la mer pour nourrir une population croissante, avec un plus grand pouvoir d'achat, et attirée par les espèces marines considérées comme plus « nobles ». L'aquaculture s'est développée tout au long de la côte avec une multitude d'espèces locales, mais aussi des espèces importées d'Europe comme le turbot, du Japon comme le flet, ou de l'Équateur comme les crevettes pénéides. Ce développement considérable trouve aujourd'hui ses limites du fait de la pollution des eaux douces et côtières, générée entre autres par l'aquaculture, et de la qualité souvent médiocre qui en découle. C'est la raison pour laquelle le XIII^e plan quinquennal pour le développement économique et social de la Chine (2016-2020) mise désormais sur un développement durable, respectueux de l'environnement, et la qualité des produits. La Chine est le premier exportateur de poisson au monde (pêche et aquaculture confondues), mais aussi le troisième importateur, les transactions se faisant sur des espèces différentes. Les autres pays d'Asie ayant une production importante sont l'Inde, l'Indonésie, le Viêtnam, le Bangladesh.

Sur le continent africain, l'aquaculture s'est bien développée ces dernières années, notamment en Égypte, avec le tilapia. La production demeure cependant modeste avec une part de 2,5 % de la production mondiale. Concernant les Amériques, le Chili domine la production aquacole, centrée sur le saumon, tandis que les autres pays d'Amérique du Sud et centrale produisent essentiellement des crevettes pénéides.

C'est la Norvège qui assure la moitié de la production de l'Europe avec le saumon, l'Union européenne assurant l'autre moitié avec du bar, de la daurade, du turbot, de la truite et des huîtres. La production de l'UE est stable depuis 1995, autour de 1,2 million de tonnes ; son poids relatif a donc diminué de deux tiers depuis cette date, l'ensemble du Vieux Continent contribuant pour 3,7 % à la production mondiale.

Production aquacole dans les différentes régions et principaux pays producteurs, en 2016



Dans ce panorama, la France produit près de 40 000 tonnes de truites arc-en-ciel en 2016, et moins de 5 000 tonnes de poissons marins (bar, daurade, turbot, maigre, saumon, sole)³. L'aquaculture marine, activité relativement nouvelle, n'a pas trouvé sa place dans notre pays, l'accès à un site de production demeurant très compliqué au niveau administratif. L'activité aquacole dominante en France reste la conchyliculture : la production d'huîtres en 2016 était de 125 000 tonnes, celle de moules de 88 000 tonnes. La conchyliculture représente en France 16 000 emplois, chiffre comparable à celui de la pêche, la pisciculture 674, l'élevage de truites, 1 600. Il est à noter une grande expertise nationale dans l'activité d'écloserie avec 113 millions d'alevins vendus dans les fermes de grossissement ou à l'étranger. La filière esturgeon est dynamique avec 27 tonnes de caviar produites en 2016, ce qui place la France dans les premiers pays producteurs. Il n'en demeure pas moins que la France, deuxième domaine maritime du monde, est importateur net.

3. Les filières pêche et aquaculture en France, FranceAgriMer, 2016.

Les défis auxquels devra répondre l'aquaculture pour satisfaire une demande croissante

L'aquaculture est souvent perçue en Europe de façon assez négative, comme une activité non durable, générant de la pollution et dépendante de la ressource halieutique, certains poissons élevés étant nourris en partie avec de la farine de poisson. Dans des pays comme l'Inde, l'Équateur ou Madagascar, la critique porte sur le fait que l'aquaculture, de crevettes pénéides par exemple, se développe au détriment de la mangrove, perturbant ainsi tout l'écosystème.

Il s'agit de véritables sujets que l'aquaculture devra prendre en compte pour poursuivre son développement de façon durable. Quatre enjeux sont devant nous.

Aménager l'espace

La capacité de l'aquaculture à répondre à la future demande dépendra dans une certaine mesure de l'espace disponible. De nombreux pays, y compris en Europe, ont lancé une planification spatiale maritime dans laquelle l'aquaculture, comme d'autres usages du littoral, a sa place. Des zones affectées à l'aquaculture sont définies. Cette planification doit tenir compte des objectifs de développement durable sur les plans social, économique et environnemental, et intégrer la participation des populations et la gouvernance. Elle doit permettre le développement durable de l'aquaculture, rester compatible avec les besoins des autres secteurs économiques (tourisme, pêche...) et réduire autant que possible les conflits. Cette approche écosystémique est prônée aussi bien dans le domaine de la pêche que dans celui de l'aquaculture.

Nourrir les poissons et diminuer l'empreinte environnementale

Entre 1995 et 2015, la production d'aliments industriels pour l'aquaculture est passée de 8 à 48 millions de tonnes, essentiellement du fait de l'intensification des élevages. Ces aliments sont pour la plus grande partie produits par des industriels à partir de différentes céréales, co-produits de céréales et co-produits de la transformation du poisson, mais ils contiennent aussi de la farine et de l'huile de poisson sauvage, dont la composition est bien entendu idéale pour la croissance des poissons. Ceci pose évidemment question, car ce sont des petits pélagiques, principalement l'anchois du Pérou (*Engraulis ringens*), qui sont utilisés pour réaliser ces farines, et donc détournés de la consommation humaine directe, alors qu'ils représentent une source de protéines et d'acides gras précieux pour la santé humaine. Cependant, différentes voies ont permis de réduire considérablement au cours des dernières décennies la proportion de la production mondiale de pêche

transformée en farine et huile : mise au point de mélanges de céréales et d'huiles végétales conduisant à un équilibre dans la composition en acides aminés et en acides gras de l'aliment pour poissons, incorporation de différents co-produits alimentaires et de farine d'insectes, d'algues ou de levures, distribution de l'aliment mieux contrôlée de façon à éviter les pertes. Agir sur la qualité et la quantité d'aliments distribués est bien évidemment aussi une façon de réduire la pollution générée par les excès de phosphore et d'azote. Des systèmes de production associant végétaux, poissons et mollusques – l'aquaponie ou l'aquaculture multitrophique intégrée – se développent maintenant et constituent des techniques prometteuses pour réduire la pollution. Dans ces systèmes, les déchets produits par les poissons sont transformés en nutriments solubles absorbés par les plantes et les mollusques.

Renforcer la biosécurité

Différentes maladies sont signalées dans le secteur aquacole et les épizooties ne sont pas rares. En Asie, des élevages entiers de pénéides par exemple ont été décimés par un virus contraignant les éleveurs à se reporter sur d'autres espèces, souvent non indigènes. Une anémie infectieuse, causée aussi par un virus identifié, affecte des populations de saumons sur plusieurs continents. Les moyens de lutte ne sont pas simples : des vaccins n'existent pas pour toutes les maladies, les invertébrés (crevettes, mollusques) ne peuvent être vaccinés et l'utilisation de produits vétérinaires, comme les antibiotiques, doit être mesurée en milieu aquatique, encore plus qu'en milieu terrestre. Le développement de l'aquaculture ne pourra pas se faire sans mesures volontaires de lutte et de gestion des risques aux niveaux national et international, avec des transferts d'animaux régulés dans des cadres similaires à ceux mis en place pour les animaux d'élevage terrestres. Il s'agit en outre de tendre vers une gestion raisonnée des élevages, pour que l'équilibre « hôte (l'animal en élevage)-pathogène » ne bascule pas en faveur du dernier dans un environnement dégradé.

Faire face au changement global

L'aquaculture est bien évidemment vulnérable face au changement climatique qui se traduit en effet par une hausse des températures des plans d'eau et de la mer – amplifiée au niveau côtier –, une multiplication des épisodes hypoxiques, une diminution du pH en eau de mer. Ceci induit des eutrophisations, parfois avec des micro-algues toxiques, et des développements de pathogènes. Par ailleurs, les produits aquacoles, comme ceux de la pêche, subissent la pollution croissante de leur milieu : pesticides, métaux lourds, microplastiques... Cette adaptation face au changement global sera certainement un des plus gros défis que devra relever l'aquaculture. Devant cela, la question du choix des bons sites d'aquaculture et de leur gestion saine dans une approche écosystémique prend tout son sens.

Les numéros publiés :

N°1 - *L'action de l'État en mer et la sécurité des espaces maritimes. La place de l'autorité judiciaire.* Octobre 2011

N°2 - *Planète Mer. Les richesses des océans.* Juillet 2012

N°3 - *Mer agitée. La maritimisation des tensions régionales.* Janvier 2013

N°4 - *L'histoire d'une révolution. La Marine depuis 1870.* Mars 2013

N°5 - *La Terre est bleue.* Novembre 2013

N°6 - *Les larmes de nos souverains. La pensée stratégique navale française...* Mai 2014

N°7 - *Union européenne: le défi maritime.* Décembre 2014

N°8 - *Abysse.* Juin 2015

N°9 - *Outre-mer.* Décembre 2015

N°10 - *Marines d'ailleurs.* Juin 2016

Hors série - *Ambition navale au XXI^e siècle.* Octobre 2016

N°11 - *Littoral.* Décembre 2016

Hors série - *La mer dans l'Histoire.* Mars 2017

N°12 - *Ruptures.* Juin 2017

N°13 - *Marins.* Décembre 2017

N°14 - *Liberté.* Juin 2018

Hors série - *La Marine dans la Grande Guerre.* Novembre 2018

LES PUBLICATIONS DU CESM

Centre de réflexion stratégique, le CESM diffuse quatre publications régulières sur la stratégie navale et les principaux enjeux maritimes.

Études marines

Chaque semestre, des regards croisés sur un sujet maritime, de géopolitique, d'économie, d'histoire...

Cargo Marine

Des études apportant une connaissance approfondie d'une problématique navale ou maritime.

Brèves Marines

Diffusée par mail, cette publication offre chaque mois un point de vue à la fois concis et argumenté sur une thématique maritime d'actualité.

Les @mers du CESM

Cette revue de veille bihebdomadaire, également diffusée par mail, compile les dernières actualités concernant le domaine naval et maritime.

Ces publications sont disponibles en ligne à l'adresse suivante :

cesm.marine.defense.gouv.fr

Vous pouvez également vous abonner sur simple demande à :

cesm.editions.fct@intradef.gouv.fr