



DOSSIER SCIENTIFIQUE DE L'IFN

N° 16

**ALIMENTS DE DEMAIN ET SANTÉ :  
RÉALITÉS ET FANTASMES**

(Editeur scientifique : François Bourillet)

Mars 2010

**GROUPE de CONCERTATION  
entre ACADÉMIES des SCIENCES de la VIE et de la SANTÉ**

Sous le haut patronage de  
**Madame BACHELOT-NARQUIN, Ministre de la Santé et des Sports  
et de Monsieur LE MAIRE, Ministre de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche**

**Journée scientifique**

**"Aliments de demain et santé : réalités et fantasmes"**

Organisée dans les locaux de l'École du Val-de-Grâce (1 place Alphonse Laveran, Paris 5<sup>ème</sup>) le 25 mars 2010.

Comité d'organisation :

**Raymond Ardaillou**, Académie nationale de médecine

**Charles Berenholc**, Académie nationale de chirurgie dentaire, Académie nationale de pharmacie

**François Bourillet**, Président du GCASVS, Académie nationale de pharmacie, Académie nationale de chirurgie dentaire

**Pierre Bourlioux**, Académie nationale de pharmacie, Académie des technologies

**Edgardo D. Carosella**, Académie des sciences

**Claude Dreux**, Académie nationale de médecine, Académie nationale de pharmacie

**Pierre Lafforgue**, Académie nationale de chirurgie dentaire

**Jean-Paul Laplace**, Académie vétérinaire de France, Académie nationale de médecine

**Thibault Monier**, Trésorier du GCASVS, Académie nationale de chirurgie dentaire

**Alain Rérat**, Académie vétérinaire de France, Académie d'agriculture de France, Académie nationale de médecine

**Jacques Risse**, Académie vétérinaire de France, Académie d'agriculture de France

**Pierre Royer**, Secrétaire général du GCASVS, Académie vétérinaire de France

**Claude Severin**, Académie nationale de chirurgie dentaire

**Louis Verchère**, Académie nationale de chirurgie dentaire

**Nicole Cauet**, Secrétaire, Faculté de pharmacie

# SOMMAIRE

<b>Avant-propos</b> .....	<b>page 1</b>
Jean-Paul Laplace	
<b>Le GCASVS</b> .....	<b>page 3</b>
<b>Les auteurs</b> .....	<b>page 5</b>
<b>Présentation du thème</b> .....	<b>page 7</b>
François Bourillet	
<b>La situation agricole et alimentaire mondiale</b> .....	<b>page 13</b>
André Neveu	
<b>Ce que les sciences peuvent apporter à la nutrition</b> .....	<b>page 21</b>
Claude Fischler	
<b>Alimentation, prix et pauvreté</b> .....	<b>page 33</b>
Pascale Hébel	
<b>Mode de production agricole et qualité des aliments d'origine végétale</b> <b>Cas particulier des aliments « Bio »</b> .....	<b>page 43</b>
Léon Guéguen	
<b>Plantes génétiquement modifiées (PGM), alimentation et santé</b> .....	<b>page 55</b>
Bernard Le Buanec	
<b>Innovation de l'industrie alimentaire et santé des consommateurs</b> .....	<b>page 65</b>
Pierre Feillet	
<b>Extensif, intensif : des qualificatifs trompeurs</b> <b>pour évaluer les conditions d'élevage</b> .....	<b>page 85</b>
Jean-Pierre Tillon	
<b>Vers une pêche et une aquaculture viables dans un monde changeant ...</b>	<b>page 93</b>
Philippe Gros	
<b>Quel équilibre production animale / production végétale dans le futur ?</b>	<b>page 117</b>
Daniel Sauvant	
<b>Médicaments - aliments : quelle frontière ?</b> .....	<b>page 119</b>
Pierre Bourlioux	
<b>Les risques sanitaires de l'alimentation :</b> <b>l'exemple du diabète de type 2</b> .....	<b>page 135</b>
Jacques Bringer	
<b>Alimentation et pathologies bucco-dentaires</b> .....	<b>page 143</b>
Pierre Lafforgue	
<b>Conclusion</b> .....	<b>page 153</b>
François Bourillet	

# VERS UNE PÊCHE ET UNE AQUACULTURE VIABLES DANS UN MONDE CHANGEANT

Philippe Gros

## RÉSUMÉ

*Après une analyse de la situation actuelle, sont présentées les perspectives d'un approvisionnement alimentaire durable en produits animaux d'origine aquatique :*

***Approvisionnement en produits alimentaires d'origine aquatique : chiffres-clés***

***Par delà les estimations globales, de fortes disparités***

*Pêche, aquaculture : des activités liées mais bien distinctes*

*Des productions très inégalement réparties au plan géographique*

*Des productions inégalement diversifiées*

*Un commerce mondialisé, une consommation variable selon les pays*

***Quels facteurs d'écart entre statistiques et réalité ?***

*Les rejets*

*La pêche INN (illégal, non déclarée, non réglementée)*

***Interactions entre pêche, aquaculture et écosystèmes marins***

*Les impacts d'emprise globale de l'aquaculture marine*

*Les impacts de la pêche sur la biodiversité marine*

*Intégrer la gestion de l'exploitation des ressources dans une démarche écosystémique*

***Vers une régulation des usages des services écosystémiques et de la biodiversité***

*La spirale de la surexploitation, ou la pêche face à la tragédie des communs*

*Dans l'Union européenne, une Politique commune de la pêche (PCP) réformée et encadrée par un objectif de bon état écologique du milieu marin*

***À l'avenir, quel flux d'approvisionnement en aliments d'origine aquatique ?***

*Projections à court terme*

*Projections à long terme*

## APPROVISIONNEMENT EN PRODUITS ALIMENTAIRES D'ORIGINE AQUATIQUE : CHIFFRES-CLÉS

L'approvisionnement de l'humanité en aliments d'origine aquatique représente un enjeu considérable. C'est aujourd'hui un apport d'au moins 15% de la ration moyenne de protéines animales de trois milliards d'êtres humains, proportion qui atteint et parfois dépasse 50% dans plusieurs pays d'Extrême Orient (Indonésie, Bangladesh, Cambodge) et d'Afrique de l'ouest. Les informations rassemblées par la FAO indiquent qu'en 2007 l'humanité a consommé 114 millions de tonnes (Mt) de produits animaux issus de la pêche (64 Mt) et de l'aquaculture (50 Mt). De surcroît, au plan socio-économique, les 170 millions d'emplois du secteur pêche-aquaculture –y compris l'aval des filières– assurent les moyens d'existence de 520 millions de personnes (8 % de la population mondiale). Jusqu'au dernier quart du XX<sup>e</sup> siècle, la pêche a assuré l'essentiel de l'approvisionnement alimentaire en produits d'origine aquatique. Grâce à l'appropriation continue des progrès de la technologie (dans les domaines de l'architecture navale, de la motorisation, de l'emploi de fibres de synthèse pour les engins de pêche, de l'électronique embarquée pour le positionnement et pour le repérage des cibles) et à la qualification afférente des équipages, les navires ont pu pêcher plus loin et plus profond dans tous les océans. L'expansion rapide et largement non régulée de la pêche maritime dans les décennies 1950-60 a pris fin dans les années 1980. Le maximum du potentiel mondial de production des ressources halieutiques semble avoir été atteint il y a environ deux décennies, et le volume mondial des prises déclarées demeure aujourd'hui proche d'un palier de 90 Mt/an (FAO 2009 a, b).

Conditionnellement à la stabilité des apports de la pêche, c'est désormais l'essor de l'aquaculture –dont la production augmente depuis 2001 au taux de 6,5 %/an– qui, face à la demande mondiale, maintient la croissance de l'offre alimentaire de produits animaux d'origine aquatique (en moyenne de 17 kg par habitant en 2007).

**Pêche, aquaculture : des activités liées mais bien distinctes**

La pêche et l'aquaculture sont souvent considérées conjointement, en particulier parce que le marché n'établit guère de distinction entre leurs produits, le plus souvent mélangés dans les circuits commerciaux. De surcroît, il existe une aquaculture fondée sur la capture d'animaux sauvages, soit à l'état larvaire (par exemple le captage de naissain d'huîtres, ou encore la pêche de civelles pour l'aquaculture d'anguilles), soit à l'état adulte (comme la capture de thons rouges destinés à être engraisés en cages flottantes). L'articulation structurellement la plus forte entre pêche et aquaculture réside dans la dépendance d'un segment de celle-ci (l'élevage d'espèces carnassières telles que le saumon) vis-à-vis de la pêche de petits poissons pélagiques –notamment l'anchois– transformés en huiles et farines qui entrent dans la composition de l'aliment des cheptels. Malgré ces traits qui les rapprochent, la pêche et l'aquaculture sont des activités très différentes. Aujourd'hui, la pêche est la seule activité de capture d'espèces sauvages pour l'alimentation humaine, développée à l'échelle mondiale, pratiquée de façon artisanale à industrielle, et objet d'une gouvernance spécifique aux niveaux national et international. En revanche, les diverses formes de l'aquaculture possèdent en commun les attributs d'une activité agricole, notamment la propriété des cheptels, la sélection de lignées (avec recours aux écloséries et recherche sur les OGM), la lutte contre les épizooties, le lien au foncier, et l'utilisation d'intrants –plus ou moins massive selon le degré d'intensification de l'élevage. En eaux marines, l'aquaculture est essentiellement littorale (l'aquaculture dite *off-shore* demeure proche de la côte), tandis que l'emprise de la pêche s'étend des zones côtières jusqu'à la haute mer et sous quasiment toutes les latitudes, sachant que la plus grande partie des captures provient du plateau continental (profondeurs inférieures à 200 m) et des zones d'*upwelling* (remontées d'eaux profondes riches en éléments nutritifs).

Envisagés dans le continuum des systèmes de production d'aliments d'origine aquatique, les grands traits distinctifs de la pêche et de l'aquaculture, examinés ci-après, sont résumés au tableau 1.

<i>Année 2007</i>	<b>Pêche</b>	<b>Aquaculture</b>
<i>Base du système de production</i>	Capture d'espèces sauvages uniquement, très grande variété d'engins de pêche et de navires (en majorité de longueur < 12 m). Activité de type artisanal à industriel	Pratiques allant de « l'aquaculture fondée sur les captures » (eg anguille, thon rouge) jusqu'à l'aquaculture <i>sensu stricto</i> fondée sur la maîtrise de toutes les étapes du cycle biologique (de l'œuf à l'adulte)
<i>Milieux de production</i>	90% du volume des captures en eaux marines, vs. 10% en eaux continentales	Volume de la production majoritairement d'eaux douces à saumâtres (60%), vs. 40% en eaux marines
<i>Grandes régions de production</i>	65% du volume des captures déclarées dans l'océan Pacifique (bassins nord-ouest, centre-ouest et sud-est) et en Atlantique nord-est	90% du volume de la production aquacole mondiale : pays d'Asie (dont RP Chine) et du Pacifique. 10% dans le reste du monde (dont 4% en Europe)
<i>Tendances</i>	Stabilité des prises depuis les années 1980, sans perspective de croissance identifiée. Surexploitation chronique	Production en croissance continue depuis la décennie 1990, avec un potentiel de diversification
<i>Impacts sur la biodiversité</i>	Global (sur les populations, communautés et écosystèmes), de la côte au large, des eaux de surface jusqu'aux milieux profonds	De grande emprise (pêcheries minotières, transferts d'espèces avec leurs parasites et pathogènes) et locaux (rejets de type agricole, pollution génétique)
<i>Utilisation de la production</i>	71% pour la consommation humaine directe (56% de l'offre d'aliments issus d'animaux aquatiques), 22% Transformés en huiles et farines pour l'alimentation animale	En totalité pour la consommation humaine (44% de l'offre d'aliments issus d'animaux aquatiques)
<i>Pêche et aquaculture, chiffres globaux</i>	Consommation moyenne mondiale par habitant : 16,4 kg de produits animaux aquatiques en 2005 (15,6% des apports en protéines animales de la population mondiale, et 6% de l'ensemble des protéines consommées). Estimation provisoire 2007 : 17 kg/habitant 35 à 40% du volume des productions halieutique et aquacole → commerce international	

**Tableau 1 :** **Éléments de comparaison des systèmes pêche et aquaculture (année de référence : 2007)**

### **Des productions très inégalement réparties au plan géographique**

En 2006, 2007 et 2008, la production halieutique mondiale englobe 10 Mt pêchées en eaux continentales (d'Asie et d'Afrique principalement), et 80 Mt en eaux marines. Pour les secondes, les deux tiers du volume débarqué sont issus de quatre grandes régions océaniques : le Pacifique nord-ouest (20 Mt), le Pacifique sud-est (12 Mt, dont plus de 7 Mt d'anchois du Pérou), le Pacifique centre-ouest (11 Mt), et l'Atlantique nord-est (8,6 Mt). Dans cette dernière région, où sont réalisées les trois quarts des prises de l'Union européenne, les captures déclarées déclinent régulièrement depuis une décennie.

En aquaculture, les contrastes ne sont pas moins marqués. En 2008, 33 Mt ont été produites en eaux continentales, et 20 Mt en eaux marines. Le trait le plus saillant est le leadership des pays

d'Asie et du Pacifique (90 % du volume de la production aquacole mondiale), spécialement de la RP Chine (33 Mt), loin devant l'Inde, le Viêt-Nam, l'Indonésie et la Thaïlande qui chacun dépassent 1 Mt. La production aquacole cumulée de l'Union européenne et de la Norvège, d'environ 2 Mt, représente un peu plus de 4 % du volume de la production aquacole mondiale, mais près de 10 % de sa valeur. Seules les productions animales ont été jusqu'ici considérées, et il en sera de même par la suite. Notons cependant que l'aquaculture des végétaux progresse au taux de 8 %/an depuis 1970. Elle est surtout développée en Extrême Orient (Chine, Indonésie, Philippines, Corée, Japon), et elle a produit en 2008 une récolte de 16 Mt, en majorité des algues rouges et brunes (les espèces les plus cultivées sont la laminaire japonaise, le wakamé et le nori).

### **Des productions inégalement diversifiées**

Tandis que la moitié des débarquements de la pêche mondiale repose sur 71 espèces, la moitié de la production aquacole repose sur 9 espèces. La différence est plus attribuable aux caractéristiques mentionnées *supra* qu'à l'écart entre les volumes mondiaux déclarés en 2008 (au total 90 Mt pour la pêche et 52 Mt pour l'aquaculture). Les débarquements déclarés de 11 espèces (27 % du volume mondial des prises) dépassent 1 Mt (sardine européenne, thon à nageoires jaunes, anchois du Japon, chinchard du Chili, merlan bleu, sabre commun), avoisinent ou dépassent 2 Mt (maquereau espagnol, thon listao, hareng de l'Atlantique, lieu de l'Alaska), et culminent à plus de 7 Mt pour l'anchois du Pérou. Il s'agit donc en majorité de petits poissons pélagiques (anchois, hareng, maquereau, chinchard, sardine), c'est-à-dire d'espèces qui vivent en pleine eau et se déplacent en bancs parfois considérables. Elles jouent un rôle-clé dans l'écosystème, car elles réalisent le transfert de la production des autotrophes phytoplanctoniques (de niveau trophique égal à 1) et des producteurs secondaires zooplanctoniques herbivores (niveau trophique égal à 2) vers les prédateurs supérieurs, par exemple vers les grands pélagiques tels que les thons. On estime qu'après avoir diminué pendant la période 1950-1994 (à cause du ciblage des poissons prédateurs comme la morue, conjugué à l'accroissement de la pêche d'espèces de plus faible niveau trophique), le niveau trophique moyen des débarquements est aujourd'hui proche de 3,4.

La production de chacune des 9 espèces qui –en volume– dominant l'aquaculture dépasse 2 Mt/an. Hormis la crevette à pattes blanches (1<sup>ère</sup> en valeur, 9 milliards US \$ pour 2,26 Mt), il s'agit de poissons traditionnellement élevés en eau douce (5 espèces de carpes et une espèce de tilapia) et de produits de la conchyliculture (huître japonaise, palourde japonaise). Les mollusques bivalves (huîtres, moules, palourdes, etc.) filtrent les eaux littorales et se nourrissent de particules

organiques et de plancton, comportement alimentaire qui exempt la conchyliculture de l'usage d'aliments composés. La production conchylicole et sa commercialisation sont en contrepartie directement conditionnées par la productivité biologique et la salubrité des zones d'élevage, et entravées depuis plusieurs années par les efflorescences de microalgues toxiques. Par ailleurs, les carpes et les tilapias étant en majorité omnivores, la pisciculture est globalement dominée par des espèces de faible niveau trophique. Tacon *et al.* (2010) estiment à 2,6 le niveau trophique moyen des 25 premières espèces de poisson d'élevage.

Dans l'Union européenne, la conchyliculture (moules principalement, puis huîtres et palourdes) représente 52 % du volume total de la production aquacole, proche de 1,3 Mt/an. En France métropolitaine, l'huître japonaise et la moule sont avec la truite arc-en-ciel les principaux piliers de l'aquaculture. La Norvège et l'Union européenne ont été les moteurs du développement d'une pisciculture d'espèces carnassières (saumon atlantique, truite arc-en-ciel, daurade royale, bar, anguille, pour s'en tenir à celles dont la production est comprise entre 6 000 à 800 000 tonnes/an). Il convient d'y ajouter le thon rouge atlantique, dont l'embouche (l'engraissement de thons adultes pêchés vivants) s'est répandue à la fin des années 1990 dans plusieurs pays riverains de la Méditerranée (Espagne, Tunisie, Malte, Italie, Croatie, Grèce, Turquie, Chypre), en réponse à l'essor du marché du *sushi-sashimi*. Plus généralement, les poissons de niveau trophique élevé comme les salmonidés représentent 90 % de la production piscicole des pays développés, en réponse à la demande des consommateurs, contre 30 % de celle des pays en développement (y compris la RP Chine).

### **Un commerce mondialisé, une consommation variable selon les pays**

Les produits de la pêche et de l'aquaculture sont les denrées alimentaires les plus échangées au monde. Le volume de la part exportée (de 35 à 40 % en équivalent poids vif) de la production mondiale croît d'année en année. En 2007, la valeur des 53 Mt exportées a atteint 94 milliards US \$, tendance soutenue par la croissance des filières de distribution internationales. Les pays en développement ont exporté 31 Mt pour une recette commerciale nette de 25 milliards US \$, qui a plus que triplé en 20 ans. Les importations des pays industrialisés représentent 80 % de la valeur totale (et près des deux tiers du volume) des importations mondiales. La balance commerciale de l'Europe, 1<sup>er</sup> importateur, est déficitaire, comme le sont celles du Japon et de l'Amérique du Nord. L'UE-27 est le premier marché mondial des produits alimentaires d'origine aquatique. L'Espagne, la France, l'Italie, l'Allemagne et le Royaume-Uni sont importateurs nets (resp. aux rangs 3, 4, 5, 7



et 8 en valeur), le Danemark et la Hollande étant exportateurs nets. Liée à l'Union par de nombreux accords –sans être État membre– la Norvège, avec un excédent commercial de 6,2 milliards US \$ en 2007, est le 2<sup>ème</sup> exportateur mondial en valeur, après la RP Chine (FAO 2009 a, b).

En 2008, suite à son deuxième recensement agricole réalisé en 2007, la RP Chine a corrigé à la baisse d'environ 13 % les statistiques de sa production 2006. Rappelons que les sur-déclarations de la RP Chine avaient été l'objet d'un article remarqué de Watson & Pauly (2001), qui avaient montré qu'elles n'étaient pas compatibles avec les résultats d'un modèle de la productivité biologique des zones de pêche chinoises. La RP Chine étant le premier État pêcheur et aquaculteur, la révision de 2008 a entraîné un ajustement des productions halieutique et aquacole mondiales (resp. – 2 % et – 8 %). Cela ne remet pas en cause le leadership de la RP Chine qui demeure en 2007 le 1<sup>er</sup> exportateur et le 6<sup>ème</sup> importateur mondial d'aliments d'origine aquatique (resp. 9,3 et 4,5 milliards US \$), et en 2008 le 1<sup>er</sup> producteur aquacole (33 Mt) et le 1<sup>er</sup> État pêcheur (15 Mt). Elle se distingue du reste du monde, par exemple dans l'analyse de la consommation. En Chine, la consommation annuelle moyenne de produits animaux aquatiques est d'environ 25 kg/habitant (22 kg provenant de l'aquaculture), alors que dans le reste du monde elle est en moyenne de 14 kg/habitant (10 kg provenant de la pêche).

Dans l'Union européenne, la consommation moyenne est relativement élevée (22 kg/an et par habitant), avec de fortes disparités entre États membres. En France (DOM inclus), grand pays consommateur de produits aquatiques (en moyenne 35 kg/an et par habitant, dont 26 kg de produits de la pêche), le cumul des productions halieutique et aquacole nationales ne représente que le tiers des 2,14 Mt du bilan d'approvisionnement, auquel correspond en 2008 un déficit commercial de 2,6 milliards €. Ce degré de dépendance justifie l'intérêt accordé à la dimension mondiale du secteur de production. Ainsi, une phase aiguë de la crise de la pêche française –celle marquée par l'incendie du Parlement de Bretagne à Rennes en février 1994– était consécutive à la chute des cours du poisson qu'avait entraînée l'ouverture du marché à la concurrence internationale.

L'Union européenne possède un dynamique secteur de transformation des produits de la pêche et de l'aquaculture. 4 000 entreprises (en majorité d'au plus 20 salariés) emploient 126 000 personnes. Les industries alimentaires d'Espagne, du Royaume-Uni, d'Italie, de France et d'Allemagne créent 70 % de la valeur totale des produits aquatiques transformés dans l'Union européenne (23 milliards € en 2007, soit trois fois le chiffre d'affaires de la pêche. Cf. European Commission, 2010).

## QUELS FACTEURS D'ÉCART ENTRE STATISTIQUES ET RÉALITÉ ?

On ne traitera pas ici de l'aquaculture, à cet égard guère différente des autres systèmes de production agricole. Il n'en va pas de même pour la pêche. Jusqu'ici n'ont été citées que les statistiques officielles (appelées « productions déclarées »), principalement celles transmises à la FAO par les États. Or les déclarations officielles n'intègrent au mieux que partiellement deux sources importantes de biais, les rejets et la pêche illégale, non déclarée, non réglementée (pêche INN, en anglais *Illegal, Unreported and Unregulated fishing, IUU fishing*).

### Les rejets

Il s'agit d'organismes capturés et remontés à bord, puis rejetés à la mer pour plusieurs raisons (espèces non ciblées, en dépassement de quota, de taille non réglementaire, de peu d'intérêt commercial, etc.). En 1994, la FAO a souligné avec force l'ampleur du gaspillage en estimant le total des rejets mondiaux de la période 1980-1992 compris entre 18 Mt/an et 40 Mt/an (Alverson *et al.*, 1994). Malgré la correction apportée par la FAO dès 1996 (environ 20 Mt/an de rejets), l'impact de l'évaluation initiale avait été tel que celle-ci est longtemps demeurée la référence dominante. En 2005, la FAO publie une mise à jour. Kelleher (2005) estime qu'aux 84 Mt/an en moyenne débarquées pendant la décennie 1992-2001 correspondent environ 7 à 8 Mt/an de rejets (pêches maritimes exclusivement, hors pêche INN et pêche récréative). C'est en Atlantique nord-est, dans le Pacifique nord-ouest et dans l'Atlantique centre-ouest que les taux de rejet sont les plus élevés. Ils sont au contraire négligeables dans presque toutes les pêcheries chinoises, comme dans la plupart des pêcheries d'Asie où toute espèce est une espèce-cible. Le principal engin pourvoyeur de rejets est le chalut de fond (plus de 50 % des rejets mondiaux, *vs.* 22 % des débarquements). Globalement, la tendance à la réduction des rejets depuis le début des années 90 est attribuable (i) au renforcement des mesures réglementaires, à la réduction de l'effort de certaines grandes pêcheries chalutières, à l'amélioration de la sélectivité des engins, (ii) au fait que plusieurs espèces autrefois négligées sont devenues des espèces-cibles, (iii) aux facteurs économiques (coût du tri des captures, équipages moins nombreux, incitations à l'éco-étiquetage, etc.) et sociaux (actions des ONG, campagnes dans les médias).

## **La pêche INN (illégal, non déclarée, non réglementée)**

Tous les États sont atteints par la pêche INN, qui sévit mondialement –en haute mer comme dans les ZEE (zones économiques exclusives). Les profits élevés (bien supérieurs aux éventuelles pénalités encourues), l'intensification du commerce international du poisson, la surcapacité chronique des flottes de pêche et la faiblesse de la gouvernance sont les moteurs de ce fléau, qui ne peut être efficacement combattu qu'à l'aide de mesures fondées sur une collaboration multilatérale (High Seas Task Force, 2006). C'est dans ce cadre qu'en 2009 a été adopté par la FAO le premier traité international juridiquement contraignant spécifiquement élaboré pour contrecarrer la pêche illégale. Il responsabilise l'État du port afin de barrer l'entrée des prises INN dans le commerce mondial (FAO, 2009c). Il est assorti d'un outil indispensable à son fonctionnement, le registre mondial exhaustif des navires de pêche, de transport frigorifique et de ravitaillement. Malgré les critiques dont il a été l'objet (Flothmann *et al.*, 2010), ce traité est une avancée significative, cohérente avec le récent renforcement du contrôle des pêches dans l'UE (règlement européen afférent à la pêche INN, cf. J.O. L 286/1). L'enjeu se mesure à l'aune de l'ampleur de la pêche INN. Parmi de récentes études, citons celle de Agnew *et al.* (2009), qui estiment –en excluant les prises non réglementées de la pêche artisanale et les rejets– que la valeur du produit de la pêche illicite et non déclarée serait globalement comprise entre 10 et 24 milliards US \$/an (11 à 26 Mt/an en volume), c'est-à-dire 11 à 27 % de la valeur des captures officielles en 2007.

Il s'ensuit –en s'en tenant uniquement aux pêches maritimes– que si l'on ajoute les rejets et les prises de la pêche INN aux 80 Mt officiellement débarquées en 2008, on obtient une estimation globale d'au moins 110 à 120 Mt/an de biomasse réellement pêchée dans l'océan mondial. Plus de la moitié des captures est concentrée dans 20 % de la superficie de l'océan (en particulier plateaux continentaux et zones d'*upwelling*), et plusieurs auteurs estiment que l'ajustement de l'extraction à la productivité biologique des écosystèmes nécessite une réduction significative de l'effort de pêche (Jennings *et al.*, 2008 ; Libralato *et al.*, 2008 ; Coll *et al.*, 2008 ; Chassot *et al.*, 2010).

### Les impacts d'emprise globale de l'aquaculture marine

On n'évoquera pas ici les impacts locaux des rejets des élevages aquacoles (matière organique, éléments nutritifs dissous, substances pharmaceutiques, produits anti-*fouling*), comparables à ceux d'une activité de production agricole. On mentionnera d'abord les risques dus à ce qu'en grande partie les espèces aquacoles marines sont élevées en dehors de leur aire de répartition géographique naturelle. Parmi de nombreux exemples, la crevette à pattes blanches du Pacifique élevée en Atlantique, l'huître japonaise introduite en Europe où elle devient une espèce envahissante, les fermes d'élevage du saumon atlantique sur la côte pacifique des Amériques (Goldburg *et al.*, 2001). À cette pratique généralisée est associé un risque de « pollution biologique » dû non seulement aux espèces allochtones volontairement introduites, mais aussi à leurs parasites et pathogènes. La pollution biologique inclut une composante génétique (risque que les individus échappés des élevages participent à la reproduction de populations sauvages conspécifiques).

L'empreinte écologique de l'aquaculture est aussi due à la dépendance des élevages d'espèces carnassières vis-à-vis des « pêcheries minotières », ainsi nommées parce que les 20 Mt/an de petits poissons pélagiques (anchois, sprat, capelan, *inter alia*) qu'elles débarquent sont transformés en 6 à 7 Mt de farine et en 1 à 1,7 Mt d'huile inclus dans les aliments des cheptels porcins, avicoles et aquacoles. Devenues dans les années 1940 un aliment-clé de l'aviculture industrielle aux USA, puis utilisées dans les élevages porcins intensifs, les farines de poisson (source de protéines, d'éléments minéraux et de vitamines) ont contribué à l'émergence de la salmoniculture norvégienne dans les années 1980 (Tacon & Métian, 2009a). Aujourd'hui, 70 % de la production des farines, et près de 90 % de celle des huiles sont utilisés pour l'élevage des crevettes et des poissons carnassiers. L'huile est un facteur important de la qualité nutritionnelle du poisson (Hibbeln *et al.*, 2007), car il contient des acides gras longs poly-insaturés  $\omega$ -3 (AGLPI  $\omega$ -3, en particulier EPA et DHA) que les poissons marins prédateurs trouvent dans leurs proies en milieu naturel, et qu'il faut ajouter à leur alimentation quand ils sont en élevage. La pêche minotière est aujourd'hui l'objet d'une double controverse, écologique (ponction d'un compartiment de l'écosystème qui assure le relais entre la production planctonique et les poissons prédateurs, Adler *et al.*, 2008), et aussi sociale, voire éthique (détournement vers les élevages intensifs d'un flux qui pourrait contribuer directement à l'alimentation humaine dans de nombreux pays, Tacon & Métian, 2009b). Une condition du développement aquacole réside ainsi dans le succès de la recherche d'aliments de substitution

(notamment d'origine végétale) destinés à des souches moins dépendantes des huiles et farines de poisson (Naylor *et al.*, 2009, Stokstad, 2010). Compte tenu de ces perspectives, Tacon & Métián (2008) estiment que le segment des crevettes et poissons aujourd'hui nourris d'aliments composés pourrait produire 60 Mt en 2020, c'est-à-dire 2,5 fois plus qu'en 2006 –à consommation constante, voire décroissante, d'huile et de farine de poisson.

### **Les impacts de la pêche sur la biodiversité marine**

La pêche n'agit pas seulement sur les ressources qu'elle cible, mais sur l'ensemble de la biodiversité marine, c'est-à-dire sur les très nombreuses espèces qui entretiennent une multitude d'interactions dans l'immense variété des habitats marins. Les effets sont observables à tous les niveaux d'organisation du vivant (gènes, organismes, populations, communautés et écosystèmes). Les travaux les plus classiques traitent des modifications à long terme des fonds marins, tant aux plans sédimentaire que faunistique (cf. par exemple Jennings *et al.*, 2001), dues aux contraintes mécaniques répétées des engins de pêche traînants (chaluts, dragues). Ces impacts sont généralisés dans les mers épicontinentales intensément exploitées. Ils ont atteint les écosystèmes profonds qu'ils endommagent de façon quasi-irréversible en altérant des communautés originales à très faible capacité de renouvellement –et de restauration– comme les biotopes construits en Atlantique Nord par les récifs de coraux et d'éponges d'eaux froides (Bensch *et al.*, 2008).

Le fonctionnement des communautés est lui aussi perturbé. À la fin des années 90, Pauly *et al.* (1998) ont montré que le niveau trophique moyen des captures diminuait régulièrement dans la plupart des grands bassins océaniques, révélant l'altération de la structure des réseaux trophiques marins. Leur fonctionnement diffère de celui des réseaux terrestres. À de rares exceptions en effet, les poissons prédateurs se nourrissent de poissons (ou autres proies) plus petits qu'eux, quelle que soit l'espèce de la proie. Le développement des pêcheries tend à éradiquer d'abord les plus vieux individus des grandes espèces à croissance lente et généralement aussi à maturité sexuelle tardive (peu de personnes se souviennent qu'une morue peut atteindre 20 ans, approcher la centaine de kg et 2 m de longueur !). Ce phénomène (*fishing down marine food webs*), qui entraîne la diminution du niveau trophique moyen des communautés exploitées, est typique en Atlantique nord. Il n'est pas le seul à l'œuvre (Essington *et al.*, 2006), car la baisse du niveau trophique moyen des captures résulte aussi de l'expansion de pêcheries qui ciblent par exemple des espèces de petits poissons pélagiques planctonophages (*fishing through marine food webs*). Le déclin des grands prédateurs entraîne la relaxation du contrôle *top-down* des réseaux trophiques et peut déclencher des

« cascades trophiques » (Baum & Worm, 2009), à l’instar de celle décrite par Myers *et al.* (2007). Sur la côte atlantique des USA, 35 années d’observation ont attesté l’effondrement des grands requins et l’augmentation d’un ordre de grandeur de l’abondance de leurs proies (raies, roussettes), lesquelles ont décimé une population de pétoncles exploitée par la pêche en Caroline du Nord. De manière générique, ces perturbations dues à la pêche se combinent avec d’autres facteurs, notamment climatiques. C’est l’élucidation de ces interactions qui a permis de comprendre *a posteriori* l’absence de restauration des stocks de morue canadiens après le moratoire de 1993 (Mieszkowska *et al.*, 2009).

La pêche exerce aussi sur les stocks halieutiques une pression de sélection « non-naturelle » qui se superpose à la sélection naturelle (darwinienne). En ciblant les plus grands individus des populations de poissons fortement exploitées, la pêche avantage ceux capables de se reproduire à un âge plus précoce (en mer de Barents et en mer de Norvège par exemple, la morue devenait adulte à 11 ans à la fin des années 1940, à 8 ans à la fin des années 1970). On dénombre désormais plus d’une quarantaine d’exemples de populations exploitées chez lesquelles la pêche a abaissé l’âge et la taille de maturité, diminué la croissance, et accru la fécondité en quelques décennies. Selon Jørgensen *et al.* (2007), il s’agit très vraisemblablement d’une réponse évolutive plutôt que d’une plasticité phénotypique.

### **Intégrer la gestion de l’exploitation des ressources dans une démarche écosystémique**

D’abord développée en halieutique sous l’appellation « approche écosystémique des pêches » (AEP, ou *Ecosystem Approach to Fisheries*, EAF), la démarche englobe désormais l’aquaculture. L’AEP est enracinée dans le processus des Conférences des Nations Unies sur l’Environnement et le Développement. Ce processus fut initialisé en 1972 par la déclaration de Stockholm, qui contient l’essentiel des orientations ultérieurement déclinées en 1992 (déclaration de Rio, Agenda 21, Convention sur la Diversité biologique, Convention sur les changements climatiques) et en 2002 (déclaration et plan d’application du Sommet de Johannesburg). La déclaration de Stockholm énonce les concepts de base de l’AEP, notamment la gestion intégrée des usages de l’environnement et de ses ressources, fondée sur la connaissance scientifique en appui de procédures de décision décentralisées, transparentes, et engageant l’ensemble des parties concernées. Adoptée en 2001 par la FAO (déclaration de Reykjavik), l’AEP figurera en 2002 –pour application en 2010– dans le plan de mise en œuvre du Sommet de Johannesburg.

Les initiatives de la FAO ont été décisives. Elle a créé en 1965 son comité des pêches (COFI), qui réunit tous les deux ans en assemblée plénière les délégations des États pêcheurs et des parties prenantes (Organes régionaux des pêches, associations, ONG *inter alia*). La FAO a défini le concept de « pêche responsable » (déclaration de Cancún, 1992) et élaboré pour leur mise en œuvre un guide de portée mondiale, le Code de conduite pour une pêche responsable (1995a), qui englobe l'ensemble des questions afférentes à la gestion et à l'aménagement des filières pêche et aquaculture. Les progrès de l'implémentation du Code et des plans d'action internationaux afférents, principalement entravée par les surcapacités, la pêche INN et les défaillances de la gouvernance (Pitcher *et al.*, 2009), sont évalués par le COFI. La FAO joue un rôle moteur dans l'élaboration et l'application de l'AEP, et diffuse depuis 1996 une série de guides techniques (<http://www.fao.org/fishery/ccrf/publications/guidelines/en>). Ces outils sont en cohérence avec les résolutions issues des conférences des Nations Unies sur l'environnement et le développement, et conformes au Droit de la mer (UNCLOS, *UN Convention on the Law of the Sea*, 1982), c'est-à-dire au cadre juridique international de l'exploitation par les États de leurs ressources.

Contrairement à ce que son appellation pourrait laisser entendre, l'AEP ne se limite pas à la dimension écologique de l'exploitation des ressources vivantes aquatiques, mais englobe aussi les dimensions économique et sociale de l'activité, ainsi que sa gouvernance. Cette acception élargie répond au préambule de la déclaration de Stockholm (1972) qui rappelle que « *l'homme est à la fois créature et créateur de son environnement* ». L'AEP vise à concilier de manière équilibrée différents objectifs d'ordres socio-économique et écologique (Gros *et al.*, 2008). Quatre axes directeurs définissent l'approche écosystémique appliquée à la pêche et à l'aquaculture, (i) assujettir le court terme opérationnel à une planification stratégique de long terme, (ii) coupler l'analyse de risque et la démarche de précaution, (iii) associer la représentation citoyenne aux acteurs (administration, profession, recherche) du secteur pêche-aquaculture, (iv) concevoir la production durable d'aliments d'origine aquatique comme une contribution au développement durable en général.

## VERS UNE RÉGULATION DES USAGES DES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES ET DE LA BIODIVERSITÉ

Les « services écosystémiques » engendrent les conditions du bien-être des sociétés humaines (sécurité alimentaire, accès aux ressources telles que l'eau potable, santé, cohésion sociale, épanouissement individuel). Ces macro-fonctionnalités des écosystèmes sont la résultante de la dynamique de la biodiversité (interactions au sein du monde vivant, et du monde vivant avec son environnement physico-chimique). L'Évaluation des Écosystèmes pour le Millénaire a classé les services en quatre grandes catégories, (i) les services support tels que production primaire, cycles des éléments nutritifs, formation des sols, etc., (ii) les services d'approvisionnement en eau, bois, combustibles fossiles, ..., et ressources alimentaires –dont les ressources halieutiques et aquacoles, (iii) les services de régulation, en particulier du climat et du cycle de l'eau, (iv) et les services culturels, source de bénéfices en général immatériels, par exemple esthétiques (*Millennium Ecosystem Assessment*, 2005). Dans un contexte de changement global (incluant le changement climatique), la faiblesse généralisée de la régulation des usages de ces services interdépendants concourt à l'altération de la biodiversité, impact qui rétro-agit en entraînant la dégradation des services (Worm *et al.*, 2009, Butchart *et al.*, 2010).

### **La spirale de la surexploitation, ou la pêche face à la tragédie des communs**

En 2007, 52 % des stocks halieutiques mondiaux étaient exploités au maximum de leur potentiel, 27 % étaient surexploités ou épuisés (*vs.* 10 % en 1974), 20 % modérément à sous-exploités (*vs.* 40 % en 1974), et 1 % en voie de rétablissement (FAO, 2009a). L'augmentation depuis plus de trois décennies de la proportion des stocks surexploités est l'un des indicateurs des pressions exercées sur les écosystèmes. Avec de nombreux autres, cet indicateur a étayé le récent constat que l'objectif fixé en 2002 par les gouvernements du monde entier (« *parvenir, d'ici à 2010, à une réduction importante du rythme actuel d'appauvrissement de la diversité biologique aux niveaux mondial, régional et national* ») n'a pas été atteint (Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique, 2010).

Après la seconde guerre mondiale, le développement rapide des pêcheries a certes été accompagné de mesures de conservation des stocks (en général un système couplant une expertise de leur état avec un contingentement des prises –le Total Autorisé de Capture, *Total Allowable*



*Catch*, en abrégé TAC), mais le dispositif de gestion est en revanche resté dépourvu de mécanismes de régulation de l'accès des exploitants aux ressources halieutiques. Sauf dans quelques pays (Australie, Nouvelle-Zélande, Islande notamment), les ressources sont demeurées un patrimoine commun. Elles ont conservé leur statut juridique (*res nullius*) ou économique (*res communis*), et sont indivises *ex ante* (aucun pêcheur ne se voit allouer une part prédéfinie d'un stock). Ce statut de "common-pool resource" (Beddington *et al.*, 2007), conjugué au déclin de nombreux stocks, a créé une situation de concurrence entre exploitants –une course au poisson– qui a eu pour effet d'accroître la capacité de pêche (c'est-à-dire le potentiel d'extraction des flottes) plutôt que de l'ajuster à la productivité des écosystèmes. Les flottes de pêche devenues surcapacitaires sont entrées dans la spirale de la surexploitation. Dans un contexte de faiblesse institutionnelle de la gouvernance, la crise duale surexploitation-surcapacité a été accélérée par la raréfaction des ressources, la nécessité de rentabiliser à court terme de l'outil de production, et soutenue par les subventions qui allègent le coût de l'effort de pêche. Garcia & de Leiva Moreno (2001) estiment qu'au cours de la période 1980-2000, alors que l'état de nombreux stocks était déjà dégradé, la capacité de capture de la flotte mondiale a été multipliée par 3 pour un volume déclaré de captures multiplié par 1,3. La flotte européenne est elle aussi surcapacitaire, comme l'a rappelé la Commission européenne en préambule des orientations qu'elle a proposées pour la prochaine réforme de la PCP (Politique commune de la pêche) en 2012 (CCE, 2009).

La surcapacité engendre des coûts d'ordres économique, social et écologique. Prolongeant une analyse macroéconomique réalisée par la FAO au milieu des années 1990 (qui mettait en évidence l'ordre de grandeur de la compensation du coût de la surcapacité par les aides publiques), la Banque mondiale a estimé en 1998 que les subventions au secteur de la pêche étaient comprises entre 14 et 21 milliards US \$/an (Milazzo, 1998). Plus récemment, la Banque mondiale et la FAO ont estimé comprise entre 26 et 72 milliards US \$/an la différence entre le bénéfice économique réel des pêches maritimes, et le bénéfice que l'on pourrait en attendre si elles étaient gérées de façon durable. Le déficit cumulé avoisinerait 2 200 milliards US \$ sur la période 1974-2007. Ces « milliards engloutis » ne tiennent compte ni des pertes pour la pêche de loisir et le tourisme, ni de celles engendrées par la pêche INN, ni des conséquences pour l'aval de la filière, ni des altérations de la biodiversité. La Banque mondiale et la FAO formulent plusieurs recommandations pour mener à bien et sans dommages sociaux la nécessaire réforme du secteur, et énoncent que « *la réforme la plus cruciale est la suppression effective du régime de libre accès aux ressources, et l'instauration d'un système de gestion à base de droits de propriété. Dans de nombreux cas, la réforme conduira aussi à réduire ou supprimer les subventions génératrices d'un effort et d'une capacité de pêche excédentaires* » (World Bank & FAO, 2008).

## **Dans l'Union européenne, une Politique commune de la pêche (PCP) réformée et encadrée par un objectif de bon état écologique du milieu marin**

Évaluée tous les dix ans depuis sa création en 1983, la PCP a profondément évolué. Son premier instrument fut le contingentement des captures (systèmes des TAC et quotas), progressivement assorti d'une limitation de la capacité de pêche des flottes nationales, puis de quotas d'effort et de régimes d'accès spécifiques pour certaines espèces dites sensibles (espèces profondes, par exemple). La réforme de 2002 réaffirme que l'objectif de la PCP est de garantir « *une exploitation des ressources aquatiques vivantes qui crée les conditions de durabilité nécessaires tant sur le plan économique, environnemental qu'en matière sociale* », qu'à cette fin la Communauté « *applique l'approche de précaution* », et s'oriente vers « *la mise en œuvre progressive d'une approche de la gestion de la pêche fondée sur les écosystèmes* », sous-tendue par des « *principes de bonne gouvernance* ». Plusieurs succès sont à porter au crédit de la réforme 2002 de la PCP. Pour la première fois a été inscrit dans le règlement de base le recours au principe de précaution et la mise en œuvre de la démarche écosystémique. Le dialogue entre parties prenantes a été renforcé, la transparence de l'assise scientifique de la PCP consolidée et accrue, une gestion pluriannuelle mise en place, des moyens de lutte plus efficaces contre la pêche INN décidés. Mais la surcapacité chronique de la flotte de pêche n'a pas été jugulée, de nombreux stocks sont dans un état dégradé, et la résilience économique du secteur est demeurée faible (dépendance énergétique, subventions, stratégies de court terme). Tenant compte de ces succès et de ces échecs, la Commission a publié en avril 2009 un « Livre vert » (CCE, 2009), base d'une large consultation (pour réaction écrite avant fin décembre 2010, cf. contributions :

[http://ec.europa.eu/fisheries/reform/consultation/received/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/fisheries/reform/consultation/received/index_en.htm)).

L'ambition est d'atteindre des objectifs de gestion (d'ici à 2015, le rendement maximal durable) à l'aide d'un dispositif cohérent de mesures de conservation des stocks (contingentement des prises, forte réduction des rejets), de régulation de l'accès aux ressources (un système formel d'allocation de droits de pêche individuels), de préservation des fonctionnalités des écosystèmes et de la biodiversité (mise en place de réseaux d'aires marines protégées), et de renforcement du contrôle (notamment pour la lutte contre la pêche illégale). Cette démarche est assortie d'une stratégie européenne de développement de l'aquaculture, décidée par le Conseil en 2009. Comme les autres politiques sectorielles, la PCP sera alignée sur le « pilier environnemental » de la Politique maritime intégrée (PMI) de l'Union européenne. Il s'agit de la directive-cadre *Stratégie pour le milieu marin* (DC-SMM) adoptée en 2008 (J.O. L 164, 2008), dont l'objectif général est la restauration du « bon état écologique » des régions marines communautaires. La mise en cohérence

effective entre PMI, DC-SMM et future PCP est une condition cruciale de progrès pour la restauration de l'état des écosystèmes marins (les indicateurs de la DC-SMM sont en cours de définition) et de la gestion intégrée des différents usages de leurs services.

## **À L'AVENIR, QUEL FLUX D'APPROVISIONNEMENT EN ALIMENTS D'ORIGINE AQUATIQUE ?**

Publiée par la FAO en 2002 sur la base d'informations antérieures à 2001 (FAO, 2002), la projection à l'horizon 2010 des volumes mondiaux des productions halieutique et aquacole concorde avec les plus récentes données disponibles de l'année 2008. Mais de nombreuses raisons (accélération de la mondialisation des échanges, évolution des sources de nourriture concurrentes, diversité des espèces exploitables, complexité de la dynamique des mécanismes régulateurs de l'offre et de la demande, lacunes de l'information) incitent à considérer avec prudence les prévisions à échéance plus lointaine. Ainsi observe-t-on rétrospectivement qu'en 1995 la FAO avait très fortement sous-estimé l'essor actuel de l'aquaculture (FAO, 1995b).

### **Projections à court terme**

Les résultats disponibles suggèrent que l'approvisionnement moyen par habitant en produits de pêche et d'aquaculture serait au moins maintenu –voire croîtrait– dans les deux prochaines décennies (FAO, 2002, Delgado *et al.*, 2003). L'offre alimentaire de produits animaux aquatiques pourrait atteindre 150 Mt en 2030. La production sera vraisemblablement dominée par les pays en développement (notamment d'Asie), mais il est impossible de prévoir la forte hétérogénéité des évolutions futures. Les situations locales seront déterminées par de nombreuses combinaisons de multiples facteurs (socio-politiques, économiques, climatiques, écologiques, ..., agissant à plusieurs échelles de temps et d'espace) qui, outre de vraisemblables surprises, aboutiront à une mosaïque de stades de développement différenciés dans un environnement dès à présent engagé dans une dynamique de changement accéléré (Garcia & Grainger, 2005).

### **Projections à long terme**

La dynamique de l'océan est aujourd'hui contrainte par des pressions d'origine anthropique qui entraînent des modifications rapides des propriétés physiques, chimiques et biologiques des écosystèmes marins. Le risque de bouleversements écologiques dus à l'augmentation des émissions

de gaz à effet de serre s'accroît, comme le confirment de nombreux travaux scientifiques récents (Doney, 2010, Hoegh-Guldberg & Bruno, 2010). Les projections réalisées par le GIEC, modulées par les hypothèses formulées sur les émissions de gaz à effet de serre, concluent globalement à un réchauffement d'ici à la fin du siècle, spécialement marqué sous les hautes latitudes de l'hémisphère nord (Meehl *et al.*, 2007). De plus, l'absorption par l'océan d'une grande part du CO<sub>2</sub> anthropogénique entraîne une diminution du pH des eaux marines superficielles (Sabine *et al.*, 2004). D'aujourd'hui 8,1 en moyenne, le pH atteindrait 7,7 à la fin du siècle. Globalement, la production primaire océanique pourrait diminuer de 2 % à 20 % entre l'ère préindustrielle et la fin du XXI<sup>e</sup> siècle (Steinacher *et al.*, 2010). Ces changements étant très inégalement répartis dans l'espace, Cheung *et al.* (2008, 2009) ont projeté à l'horizon 2040-2060 les effets du changement climatique sur la distribution géographique de la richesse spécifique de 1066 espèces de poissons et invertébrés marins (mollusques, crustacés), et suggèrent que les modifications les plus importantes se produiront sous les hautes latitudes de l'Arctique (> 60°N) et de l'océan Austral (40°S-60°S). Ces projections sont incertaines, fondées sur des hypothèses et approximations qui, pour être relaxées, nécessiteront d'approfondir la connaissance dans de nombreux domaines (Cury *et al.*, 2008). Étant donné qu'aux 1 066 espèces correspondent 70 % du volume des prises mondiales que les pêcheries ont déclarées en 2000-2004, Cheung *et al.* (2010) ont esquissé des projections à l'horizon 2055 de la redistribution géographique des zones de pêche potentiellement les plus riches. Face à cet enjeu, le CIEM (Conseil International pour l'Exploration de la Mer) a établi un bilan de la connaissance des effets présents et à venir du changement climatique sur les ressources halieutiques de l'Atlantique nord-est (Rijnsdorp *et al.*, 2010), où l'Union européenne pêche les trois quarts du volume total de ses captures. Les principaux facteurs à considérer sont d'ordres physico-chimique (température, pH), comportemental (capacités migratoires), démographique (croissance, mortalité, structure et dynamique spatiales), écosystémique (productivité, interactions biotiques, habitats) et anthropique (exploitation par la pêche). Ces facteurs agissent en synergie, et un faisceau de résultats atteste l'amplification par la pêche de l'impact du changement climatique. Rijnsdorp *et al.* (*op. cit.*) proposent plusieurs hypothèses de travail, qui conduisent à approfondir la connaissance à différents niveaux d'organisation du vivant, (i) au niveau individuel, notamment la physiologie des organismes marins –à toutes les étapes de leur développement ontogénique– et leur potentiel d'adaptation et d'évolution, (ii) au niveau des populations et de la dynamique de leurs interactions au sein des communautés –probablement recomposées, au moins en partie–, (iii) à l'échelle des écosystèmes –dont la classification devra être revue en fonction des changements à venir des habitats pélagiques et benthiques–, (iv) au niveau institutionnel de la gestion des usages des services écosystémiques marins par les sociétés humaines.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Agnew DJ, J Pearce, G Pramod, T Peatman, R Watson, JR Beddington & TJ Pitcher (2009). Estimating the worldwide extent of illegal fishing, *PLoS ONE* 4(2): e4570.

Alder J, B Campbell, V Karpouzi, K Kaschner, & D Pauly (2008). Forage fish: from ecosystems to markets. *Annual Reviews in Environment and Resources* 33: 153-166.

Alverson D, MH Freeberg, JG Pope & SA Murawski (1994). A global assessment of fisheries bycatch and discards, *FAO Fish. Tech. Pap.* 339, Rome, FAO, 235 p.

Baum JK & B Worm (2009). Cascading top-down effects of changing oceanic predator abundances, *Journal of Animal Ecology* 78: 699-714.

Beddington JR, DJ Agnew & CW Clark (2007). Current problems in the management of marine fisheries, *Science* 316: 1713-1716.

Bensch A, M Gianni, D Gréboval, JS Sanders, & A Hjort (2008). Worldwide review of bottom fisheries in the high seas, *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*. No. 522. Rome, 145p., <http://www.fao.org/docrep/012/i1116e/i1116e00.htm>

Butchart SHM, M Walpole, B Collen, A van Strien, JPW Scharlemann, REA Almond, JEM Baillie, B Bomhard, C Brown, J Bruno, KE Carpenter, GM Carr, J Chanson, AM Chenery, J Csirke, NC Davidson, F Dentener, M Foster, A Galli, JN Galloway, P Genovesi, RD Gregory, M Hockings, V Kapos, JF Lamarque, F Leverington, J Loh, MA McGeoch, L McRae, A Minasyan, M Hernández Morcillo, TEE Oldfield, D Pauly, S Quader, C Revenga, JR Sauer, B Skolnik, D Spear, D Stanwell-Smith, SN Stuart, A Symes, M Tierney, TD Tyrrell, JC Vié & R Watson (2010). Global biodiversity: indicators of recent declines, *Science* 328: 1164-1168.

Chassot E, S Bonhommeau, NK Dulvy, F Mélin, R Watson, D Gascuel & O Le Pape (2010). Global marine primary production constrains fisheries catches, *Ecology Letters* 13: 495-505.

Cheung WWL, C Close, V Lam, R Watson & D Pauly (2008). Application of macroecological theory to predict effects on climate change on global fisheries potential. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 365: 187-197.

Cheung WWL, VWY Lam, JL Sarmiento, K Kearney, R Watson & D Pauly (2009). Projecting global marine biodiversity impacts under climate change scenarios. *Fish and Fisheries* 10(3): 235-251.

Cheung WWL, VWY Lam, JL Sarmiento, K Kearney, R Watson, D Zeller & D Pauly (2010). Large-scale redistribution of maximum fisheries catch potential in the global ocean under climate change, *Global Change Biology* 16(1): 24-35.

Coll M, S Libralato, S Tudela, I Palomera & F Pranovi (2008). Ecosystem overfishing in the ocean. *PLoS ONE* 3(12): e3881.

Commission des Communautés Européennes (2009). Livre vert. Réforme de la politique commune de la pêche, *COM(2009)163 final*, 30 p.

Cury PM, YJ Shin, B Planque, JM Durant, JM Fromentin, S Kramer-Schadt, NC Stenseth, M Travers & V Grimm (2008). Ecosystem oceanography for global change in fisheries, *Trends in Ecology and Evolution* 23 (6): 338-346.

Delgado CL, N Wada, MW Rosegrant, S Meijer & M Ahmed (2003). *Fish to 2020 – Supply and demand in changing global markets*, IFPRI, Washington, DC, & WorldFish Center, Penang, Malaysia, 226 p.

Doney SC (2010). The growing human footprint on coastal and open-ocean biogeochemistry, *Science* 328: 1512-1516.

Essington TE, AH Beaudreau & J Wiedenmann (2006). Fishing through marine food webs, *PNAS* 103 (9): 3171-3175.

European Commission, (2010). *Facts and figures on the Common Fishery Policy. Basic statistical data – Edition 2010*. Luxembourg: Publication Office of the European Union, 45 pp. [ec.europa.eu/fisheries/documentation/publications/pcp\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/fisheries/documentation/publications/pcp_en.pdf)

FAO (1995a). *Code of Conduct for Responsible Fisheries*, Rome, FAO, 41 p. <http://www.fao.org/DOCREP/005/v9878e/v9878e00.htm>.

FAO (1995b). *The State of the World Fisheries and Aquaculture 1994*, Rome, Italy, 57 p. <http://www.fao.org/docrep/009/v5550e/v5550e00.htm>.

FAO (2002). *The State of the World Fisheries and Aquaculture 2002 – SOFIA*, Rome, Italy, 150 p. <http://www.fao.org/docrep/005/y7300e/y7300e00.htm>.

FAO (2003). *Fisheries management 2. The ecosystem approach to fisheries*. Report No. 4 (Suppl. 2), Rome, 112 p.

FAO (2004). SOFIA. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2004*, Rome, Italy, 154 p. <http://www.fao.org/DOCREP/007/y5600e/y5600e00.htm>.

FAO (2009a). SOFIA. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2008*, Rome, 176 p. <http://www.fao.org/docrep/011/i0250e/i0250e00.htm>.

FAO (2009b). *Statistiques des pêches et de l'aquaculture 2007*. Service de l'information et des statistiques sur les pêches et l'aquaculture de la FAO, Rome, 72 p.

FAO (2009c). Agreement on Port State Measures to Prevent, Deter and Eliminate Illegal, Unreported and Unregulated Fishing. <http://www.fao.org/Legal/treaties/037s-e.htm>.

Flothmann S, K von Kistowski, E Dolan, E Lee, F Meere & G Album (2010). Closing loopholes: getting illegal fishing under control, *Science* 328: 1235-1236.

Garcia SM & RJR Grainger (2005). Gloom and doom? The future of marine capture fisheries, *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* 360: 21-46.

Garcia SM & JI de Leiva Moreno (2001). Global overview of marine fisheries, in: *Reykjavik Conference on Responsible Fisheries in the Marine Ecosystem*, Reykjavik, Iceland, 23 p. (1-4 October 2001).

Goldburg RJ, MS Elliott, RL Naylor (2001). *Marine Aquaculture in the United States: Environmental Impacts and Policy Options*, PEW Oceans Commission, Arlington, VA, 33 p.

Gros P, A Biseau, JM Fromentin & O Thébaud (2008). *Strategic research priorities to the Common fishery policy (CFP) with regard to global commitments (MSY, EAF, MFSD)*, European Parliament's Committee on Fisheries, PE 408.936, 34 p.

Hibbeln JR, JM Davis, C Steer, P Emmett, I Rogers, C Williams & J Golding (2007). Maternal seafood consumption in pregnancy and neurodevelopmental outcomes in childhood (ALSPAC study): an observational cohort study, *The Lancet* 369: 578-585. (comments pp. 537-538, correspondence vol. 369: 1166-1167, vol. 370: 216-217, author's reply vol. 370: 218).

High Seas Task Force (2006). *Closing the net: Stopping illegal fishing on the high seas*. Governments of Australia, Canada, Chile, Namibia, New Zealand, and the United Kingdom, WWF, IUCN and the Earth Institute at Columbia University, 112 p.

Hoegh-Guldberg O & J.F Bruno (2010). The impact of climate change on the world's marine ecosystems, *Science* 328: 1523-1528.

Jennings S, MJ Kaiser & JD Reynolds (2001) *Marine Fisheries Ecology*, Blackwell Science ed., 417 p.

Jennings S, F Mélin, JL Blanchard, RM Forster, NK Dulvy & RW Wilson (2008). Global-scale predictions of community and ecosystem properties from simple ecological theory, *Proc. R. Soc. B* 275: 1375-1383.

J.O. L 164 (2008). Directive 2008/56/CE du Parlement européen et du Conseil du 17 juin 2008, établissant un cadre d'action communautaire dans le domaine de la politique pour le milieu marin (directive-cadre « stratégie pour le milieu marin »), pp. 0019-0040.

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:164:0019:01:FR:HTML>.

J.O. L 286/1 du 29.10.2008. Règlement (CE) no. 1005/2008 du Conseil du 29 septembre 2008, établissant un système communautaire destiné à prévenir, à décourager et à éradiquer la pêche illicite, non déclarée et non réglementée.

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:286:0001:0032:FR:PDF>.

Jørgensen C, K Enberg, ES Dunlop, R Arlinghaus, DS Boukal, K Brander, B Ernande, A Gårdmark, F Johnston, S Matsumura, H Pardoe, K Raab, A Silva, A Vainikka, U Dieckmann, M Heino & A. Rijnsdorp (2007). Managing evolving fish stocks, *Science* 318: 1247-1248.

Kelleher K (2005). Discards in the world's marine fisheries: an update, *FAO Fish. Tech. Pap.* 470, Rome, FAO, 131 p. [ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/008/y5936e/y5936e00.pdf](http://ftp.fao.org/docrep/fao/008/y5936e/y5936e00.pdf).

Libralato S, M Coll, S Tudela, I Palomera & F Pranovi (2008). Novel index for quantification of ecosystem effects of fishing as removal of secondary production, *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 355: 107-129.

Meehl GA, TF Stocker, WD Collins, P Friedlingstein, AT Gaye, JM Gregory, A Kitoh, R Knutti, JM Murphy, A Noda, SCB Raper, IG Watterson, AJ Weaver & ZC Zhao (2007). Global Climate Projections. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon S, D Qin, M Manning, Z Chen, M Marquis, KB Averyt, M Tignor and HL Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Mieszkowska N, MJ Genner, SJ Hawkins & DW Sims (2009). Effects of climate change and commercial fishing on Atlantic cod *Gadus morhua*, *Adv. Mar. Biol.* 56: 213-273.

Milazzo M (1998). Subsidies in world fisheries : a re-examination. *World Bank Tech. Pap.* 406, Washington, DC, International Bank for Reconstruction and Development/World Bank, 86 p.

Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and Human Well-being: General Synthesis*. Island Press, Washington, DC, 137 pp.

<http://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>

Myers RA, JK Baum, TD Shepherd, SP Powers & C Peter (2007). Cascading effects of the loss of apex predatory sharks from a coastal ocean, *Science* 315: 1846-1850.

Naylor RL, RW Hardy, DP Bureau, A Chiu, M Elliott, AP Farrell, I Forster, DM Gatlin, RJ Goldberg, K Huac & PD Nichols (2009). Feeding aquaculture in an era of finite resources, *PNAS* 106 (36): 15103-15110.

Pauly D, V Christensen, J Dalsgaard, R Froese & FC Torres, Jr (1998). Fishing down marine food webs, *Science* 279: 860-863.

Pitcher T, D Kalikoski, G Pramod & K Short (2009). Not honouring the code, *Nature* 457: 658-659.

Pitcher TJ, R Watson, R Forrest, H Valtýsson & S Guénette (2002). Estimating illegal and unreported catches from marine ecosystems: a basis for change, *Fish and Fisheries* 3: 317-339.



Rijnsdorp AD, MA Peck, GH Engelhard, C Möllmann & JK Pinnegar, (Eds), 2010. *Resolving climate impacts on fish stocks*, ICES Cooperative Research Report No. 301, 371 pp. <http://www.ices.dk/products/cooperative.asp>.

Sabine CL, RA Feely, N Gruber, RM Key, K Lee, JL Bullister, R Wanninkhof, CS Wong, DWR Wallace, B Tilbrook, FJ Millero, TH Peng, A Kozyr, T Ono & AF Rios (2004). The oceanic sink for anthropogenic CO<sub>2</sub>, *Science* 305: 367-371.

Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2010). *Global Biodiversity Outlook 3*. Montréal, 94 p.

Steinacher M, F Joos, TL Frölicher, L Bopp, P Cadule, V Cocco, SC Doney, M Gehlen, K Lindsay, JK Moore, B Schneider & J Segsneider (2010). Projected 21st century decrease in marine productivity: a multi-model analysis, *Biogeosciences* 7(3): 979-1005.

Stokstad E (2010). Down on the shrimp farm, *Science* 328: 1504-1505.

Tacon AGJ & M Metian (2008). Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects, *Aquaculture* 285: 146-158.

Tacon AGJ & M Metian (2009a). Fishing for aquaculture: non-food use of small pelagic forage fish – a global perspective, *Reviews in Fisheries Science* 17 (3): 305-317.

Tacon AGJ & M Metian (2009b). Fishing for feed or fishing for food: increasing global competition for small pelagic forage fish, *AMBIO* 38 (6): 294-302.

Tacon AGJ, M Metian, GM Turchini & SS De Silva, (2010). Responsible aquaculture and trophic level implications to global fish supply, *Reviews in Fisheries Science* 18 (1): 94-105.

Watson R & D Pauly (2001). Systematic distortions in world fisheries catch trends, *Nature* 414: 534-536.

World Bank & FAO (oct. 2008) *The Sunken Billions. The economic justification for fisheries reform*, Agriculture & rural Dept., The World Bank, Washington DC, Advance web edition, xvii + 67 p.

Worm B, R Hilborn, JK Baum, TA Branch, JS Collie, C Costello, MJ Fogarty, EA Fulton, JA Hutchings, S Jennings, OP Jensen, HK Lotze, PM Mace, TR McClanahan, C Minto, SR Palumbi, AM Parma, D Ricard, AA Rosenberg, R Watson, D Zeller (2009). Rebuilding global fisheries, *Science* 325: 578-585.

Le **Professeur Pierre Bourlioux** est pharmacien (1962), docteur d'état en pharmacie (1971), pharmacien des hôpitaux psychiatriques de la Seine (1966-2001), directeur du Département de microbiologie - immunologie à la Faculté de pharmacie de Chatenay-Malabry Université Paris XI (1994-2001), consultant pour la recherche en pharmacie au Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche (1986-1993), membre de l'Académie nationale de pharmacie (2001), membre fondateur de l'Académie des technologies (2002), membre fondateur de l'Association européenne des facultés de pharmacie (1994). < pierre.bourlioux@u-psud.fr >

Le **Docteur François Bourillet** est pharmacien (1950), ancien interne des hôpitaux de Paris, licencié ès sciences (1953), docteur ès sciences pharmaceutiques (1959), chef de travaux de pharmacologie à la Faculté de médecine Paris VII (1958-1974), ancien directeur scientifique des Laboratoires Bruneau - B. Braun Médical (1974-1992), membre de la commission de pharmacopée française, membre de l'Académie nationale de pharmacie (1971), secrétaire général (1993-2002) puis président (2004), membre libre de l'Académie nationale de chirurgie dentaire (2002), président du GCASVS depuis 2006. < gcasvs@orange.fr >

Le **Professeur Jacques Bringer**, doyen de la Faculté de médecine de Montpellier, est chef de service des maladies endocriniennes au CHU de Montpellier depuis 1998 et responsable d'une équipe de recherche recommandée de l'Université Montpellier I (1998-2003, renouvelée 2004-2007) puis d'une équipe de l'unité mixte de recherche UMR 5232 (2007). Il est membre correspondant de l'Académie nationale de médecine depuis 2004 et membre titulaire de l'Académie nationale des technologies depuis 2004.

Le **Docteur Pierre Feillet**, ancien directeur général délégué de l'Inra, est membre de l'Académie des technologies (dont il préside la commission des biotechnologies) et de l'Académie d'agriculture, directeur de recherche émérite à l'Inra. Il a publié en 2007 aux Editions Quae « La nourriture des Français, de la maîtrise du feu... aux années 2030 ». Ses travaux actuels portent sur le système « technologies, alimentation et société ». < pierre.feillet@wanadoo.fr >

Le **Docteur Claude Fischler** est sociologue et directeur de recherche au CNRS. Il dirige le Centre Edgar Morin, à l'École des hautes études en sciences sociales. Parmi les axes de recherche principaux de ce centre figurent la sociologie, l'anthropologie, la psychologie sociale et l'histoire de l'alimentation.

Le **Professeur Philippe Gros**, normalien, agrégé, titulaire de l'habilitation à diriger les recherches, a centré son activité de recherche sur la modélisation de la production biologique des écosystèmes marins et de leurs usages. Il a été le responsable de la Direction des ressources vivantes (pêche, aquaculture, transformation des produits, économie) de l'Ifremer. Il est aujourd'hui membre de la Direction de la prospective et de la stratégie scientifique de l'Ifremer. < Philippe.Gros@ifremer.fr >

Le **Docteur Léon Guéguen**, ingénieur agronome, est directeur de recherches honoraire de l'Inra, ancien directeur du Laboratoire de Nutrition et Sécurité alimentaire du Centre Inra de Jouy-en-Josas, spécialiste de la nutrition minérale, notamment du calcium, du phosphore et de la prévention nutritionnelle de l'ostéoporose, membre de l'Académie d'agriculture de France et secrétaire de la section « Physique et chimie des milieux et des êtres vivants », rapporteur à l'AFSSA sur les apports conseillés en minéraux et co-rédacteur du rapport sur l'évaluation nutritionnelle et sanitaire des aliments issus de l'agriculture biologique, administrateur de l'Institut français pour la nutrition.

**Le Docteur Pascale Hébel** est statisticienne et ingénieur agronome Ina-PG. Elle dirige le département consommation au Credoc depuis 2004. Les différents axes de recherche et d'étude concernent les évolutions du comportement alimentaire. Elle a mis au point une grille d'analyse générationnelle.

**Le Professeur Pierre Lafforgue** est docteur en biologie humaine, ancien doyen de la Faculté de chirurgie dentaire de Lille, ancien président national du Collège des enseignants en odontologie pédiatrique, ancien président de l'Académie nationale de chirurgie dentaire.

**Le Docteur Jean-Paul Laplace** est vétérinaire, docteur-ès-sciences en physiologie de la nutrition, et directeur de recherches honoraire de l'Institut national de la recherche agronomique au sein duquel il a été directeur scientifique adjoint pour la nutrition humaine et la sécurité des aliments. Il a été Président de l'Institut français pour la nutrition de mars 2000 à octobre 2009. Il est membre de l'Académie vétérinaire de France, membre de l'Académie nationale de médecine et actuellement secrétaire de la Commission XI.

**Le Docteur Bernard Le Buanec** est ingénieur agronome et docteur en biologie végétale. Il est membre de l'Académie d'agriculture dont il est secrétaire de la première section et membre fondateur de l'Académie des technologies. De 1965 à 1975 il a été chercheur au Cirad dans différents pays africains, de 1984 à 1993 directeur des programmes de recherche du Groupe Limagrain et de 1994 à 2008 secrétaire général de la Fédération internationale des semences. Il a été membre du Conseil supérieur de la recherche et de la technologie, des comités scientifiques de l'Inra et des sciences de la vie du CEA, du comité des ressources génétiques des Centres internationaux de recherche en agriculture.

**Le Docteur André Neveu** est ingénieur agronome et licencié en sciences économiques. Après plusieurs séjours en Afrique, il a été chef du service de l'agriculture à la Caisse nationale de crédit agricole. Ancien vice-président de la Société française d'économie rurale, il est depuis 1992, membre de l'Académie d'agriculture de France et actuellement secrétaire de la section « Economie et politique agricoles et rurales » de cette institution. André Neveu a publié plusieurs ouvrages et de nombreux articles sur l'agriculture, son économie et son financement. <andreneveu@wanadoo.fr>

**Le Professeur Daniel Sauvant** est ingénieur agronome (Ina-Paris), titulaire d'un doctorat en nutrition et d'une spécialisation en statistiques (ISUP-ParisVI). Il a été président du Département des sciences animales de l'Ina-PG (devenu AgroParisTech) et directeur de l'UMR Inra-InaPG « Physiologie de la Nutrition et Alimentation ». Il est président de l'Association française de zootechnie et membre de l'Académie d'agriculture de France, expert à l'Afssa. Il poursuit des travaux de recherches concernant principalement la modélisation des phénomènes de la nutrition appliqués à l'alimentation des animaux. <daniel.sauvant@agroparistech.fr>

**Le Docteur Jean-Pierre Tillon** est vétérinaire, directeur de recherche de 1<sup>ère</sup> classe (en disponibilité), ancien directeur, après l'avoir créée, de la Station de pathologie porcine de Ploufragan (Cneva puis Afssa), ancien directeur de l'Ecole nationale vétérinaire de Nantes, directeur scientifique de l'Union coopérative InVivo, vice-président du conseil scientifique de l'Inra, membre du conseil d'administration de Farre et de l'Afssa, membre de l'Académie d'agriculture de France, membre nommé du Haut conseil de la science et de la technologie.