

Aquaculture en cage: aperçu mondial

Albert G.J. Tacon¹ et Matthias Halwart²

Tacon, A.G.J. et Halwart, M.

Aquaculture en cage: aperçu mondial. Dans M. Halwart, D. Soto et J.R. Arthur (éds). *Aquaculture en cage – Études régionales et aperçu mondial*. FAO Document technique sur les pêches. No. 498. Rome, FAO. 2009. pp. 1–17.

RÉSUMÉ

L'élevage et la production d'organismes aquatiques cultivés dans des cages est une innovation aquacole relativement récente. Même si on peut établir que les origines de l'emploi de cages destinées au stockage et au transport de poissons pour de courtes durées remontent à près de deux siècles dans la région asiatique, la culture commerciale en cage a été lancée en Norvège dans les années 1970 avec l'essor et le développement de la salmoniculture. Tout comme dans l'agriculture terrestre, le changement qui s'est opéré au sein de l'aquaculture vers le développement et l'utilisation de systèmes intensifs d'élevage en cage a été favorisé par une combinaison de facteurs. Parmi ces facteurs figurent notamment: la concurrence accrue à laquelle le secteur fait face pour trouver des ressources disponibles (telles que l'eau, la terre, le travail et l'énergie), le besoin de réaliser des économies d'échelle et une productivité plus élevée réalisée par zone d'unités, enfin la motivation et le besoin de la part du secteur d'accéder, et de s'y étendre, à de nouveaux sites inexploités d'élevage en eaux libres, tels que les lacs, les réservoirs, les rivières, ainsi que les zones côtières d'eau saumâtre et les eaux de mer ouverte.

Bien qu'il n'y ait pas de statistiques officielles relatives à la production mondiale totale d'espèces aquatiques cultivées au sein de systèmes d'élevage en cage ou relatives à la croissance du secteur dans son ensemble, la FAO a reçu des informations provenant de certains États sur le nombre d'unités d'élevage en cage ainsi que des statistiques relatives à la production. Au total, 62 pays ont fourni des données sur l'aquaculture en cage pour l'année 2005: 25 pays ont directement rapporté des chiffres relatifs à la production issue de l'élevage en cage; 37 autres États membres ont signalé une production à partir de laquelle des chiffres de production issue de l'élevage en cage ont pu être tirés. Jusqu'à présent, l'élevage commercial en cage a principalement été limité à l'élevage d'espèces de poissons à nageoires à plus forte valeur (en termes de commercialisation) nourris par des aliments composés, notamment le saumon (saumon de l'Atlantique, saumon coho et saumon royal), à l'élevage de la majorité des principales espèces de poissons carnivores d'eau de mer et d'eau douce (dont la sériole du Japon, la dorade rose, la courbine jaune, le bar européen, la dorade royale, le mafou, la truite arc-en-ciel cultivée en mer, le poisson mandarin et le poisson tête de serpent) et à une proportion toujours plus importante d'espèces de poissons omnivores d'eau douce (dont les carpes chinoises, le tilapia, le colossoma, et le poisson-chat).

Les systèmes de culture en cage utilisés par les aquaculteurs sont actuellement aussi variés que le nombre d'espèces qui sont cultivées actuellement, variant d'activités d'élevage dont la propriété et la gestion sont familiales (typique de la plupart des pays asiatiques) à des exploitations commerciales modernes à grande échelle d'élevage en cage de saumons et de truites en Europe septentrionale et aux Amériques. La croissance rapide et le succès du secteur de l'élevage en cage sont dus à une combinaison de facteurs liés les uns aux autres, et notamment au développement et à l'utilisation d'une technologie facile à reproduire et rentable (y compris la production d'alevinage), à l'accès à de larges zones d'eaux appropriées, à la bonne sélection d'espèces et à l'acceptabilité du marché, à l'investissement accru du monde de l'entreprise, et enfin à une bonne situation réglementaire et rassurante assurée par le gouvernement. Ce document examine ce qui a été perçu comme les questions et les défis actuels posés au développement de la culture en cage, et en particulier le besoin de réduire au minimum les impacts potentiels sur l'environnement et sur l'écosystème de ce secteur en rapide expansion.

¹ Aquatic Farms Ltd, 49-139 Kamehameha Hwy, Kaneohe, HI 96744 États-Unis d'Amérique

² Département des pêches et de l'aquaculture, FAO, 00153 Rome, Italie

INTRODUCTION

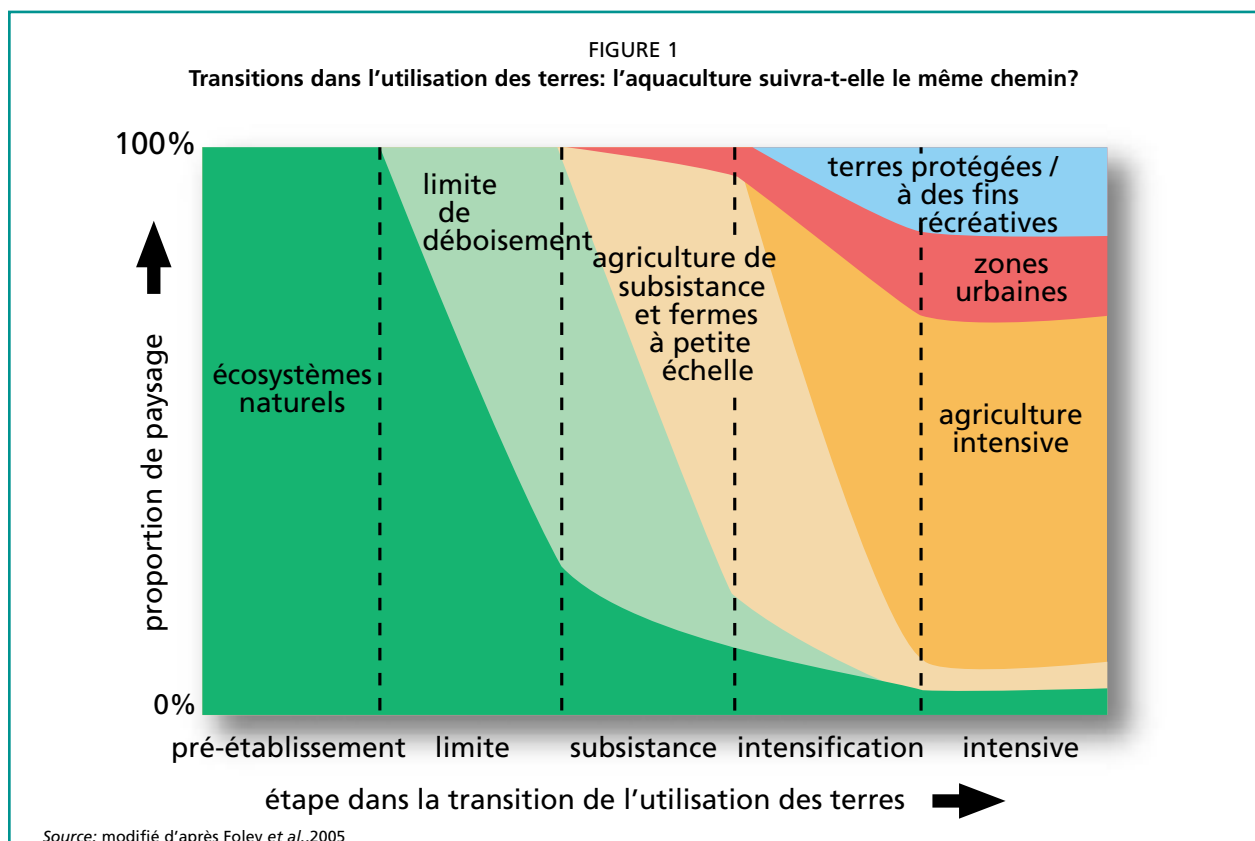
Le grossissement et la production d'organismes aquatiques cultivés dans des cages est une innovation aquacole relativement récente. Même si on peut établir que les origines de l'emploi de cages destinées au stockage et au transport de poissons pour de courtes durées remontent à près de deux siècles dans la région asiatique (Pillay et Kutty, 2005) et pourrait même avoir une origine antérieure et faire partie des pratiques indigènes des pêcheurs vivant sur des bateaux sur le Mékong (de Silva et Phillips, dans cet ouvrage), la mariculture commerciale en cage a été lancée en Norvège dans les années 1970 avec l'essor et le développement de la salmoniculture. Le secteur de l'aquaculture en cage a connu une croissance très rapide au cours des 20 dernières années et subit actuellement des changements radicaux dus aux pressions exercées par la mondialisation et par la demande grandissante pour des produits aquatiques à la fois dans les pays en développement et les pays développés. Les prévisions indiquent que la consommation de poisson dans les pays en développement augmentera de 57 pour cent, de 62,7 millions de tonnes en 1997 à 98,6 millions en 2020 (Delgado *et al.*, 2003). En comparaison, la consommation de poisson dans les pays développés n'augmentera que d'environ 4 pour

cent, de 28,1 tonnes en 1997 à 29,2 millions en 2020. La croissance démographique en rapide expansion, l'affluence accrue ainsi que l'urbanisation des pays en développement provoquent les principaux changements en cours dans l'offre et la demande de protéine animale, provenant tant du bétail que du poisson (Delgado *et al.*, 2003).

Tout comme dans l'agriculture terrestre (figure 1), le changement qui s'est opéré au sein de l'aquaculture vers le développement et l'utilisation de systèmes intensifs d'élevage en cage a été favorisé par une combinaison de facteurs, notamment la concurrence accrue à laquelle le secteur fait face pour trouver des ressources disponibles (Foley *et al.*, 2005; Tilman *et al.*, 2002), le besoin de réaliser des économies d'échelle et la motivation pour atteindre un niveau plus élevé de productivité par zone d'unités. En particulier, le besoin de nouveaux sites était tel que le secteur a accédé, puis s'y est développé, à de nouvelles zones inexploitées d'élevage en eaux libres, tels que les lacs, les réservoirs, les rivières ainsi que les zones côtières d'eau saumâtre et les eaux de mer ouverte.

ABSENCE DE STATISTIQUES

Bien qu'il n'y ait pas de statistiques officielles relatives à la production mondiale totale d'espèces



aquatiques cultivées au sein de systèmes d'élevage en cage ou relatives à la croissance du secteur dans son ensemble, il existe des informations sur le nombre d'unités d'élevage en cage ainsi que des statistiques sur la production qui ont été transmises à la FAO par certains États membres. Au total, 62 pays ont fourni des données sur l'aquaculture en cage pour l'année 2005: 25 pays ont directement rapporté des chiffres relatifs à la production issue de l'élevage en cage; 37 autres ont signalé une production à partir de laquelle des chiffres de production issue de l'élevage en cage ont pu être tirés (tableau 1). Parmi ces 62 pays et provinces/régions, 31 ont fourni à la FAO des données pertinentes en 2004 ainsi qu'en 2005.

La production totale issue de l'aquaculture en cage signalée par ces 62 pays et provinces/régions s'élevait à 2 412 167 tonnes ou 3 403 733 tonnes si sont également incluses les données relatives à la Chine provenant des enquêteurs, en particulier celles de Chen *et al.* (dans cet ouvrage).

Sur la base de ces informations partielles, les principaux producteurs de culture en cage en 2005 étaient les suivants: la Norvège (652 306 tonnes), le Chili (588 060 tonnes), le Japon (272 821 tonnes), le Royaume-Uni (135 253 tonnes), le Viet Nam (126 000 tonnes), le Canada (98 441 tonnes), la

Turquie (78 924 tonnes), la Grèce (76 577 tonnes), l'Indonésie (67 672 tonnes) et les Philippines (66 249 tonnes) (figure 2).

Il convient cependant de noter que, comme il est indiqué plus haut, la formulation d'une interprétation sensée des données susmentionnées se trouve limitée dans la mesure où pour plus de la moitié des pays (37 sur 62), il fallu extrapoler la méthode de culture qui a été utilisée à partir des autres informations existantes.

Les informations manquantes peuvent sérieusement altérer le tableau général de la situation, la Chine étant à cet égard le cas le plus significatif. Dans l'étude de Chen *et al.* (dans cet ouvrage), il est signalé que la production totale issue de l'aquaculture en cage pour la Chine continentale en 2005 était de 991 555 tonnes (704 254 tonnes provenant des cages continentales et 287 301 des cages côtières).

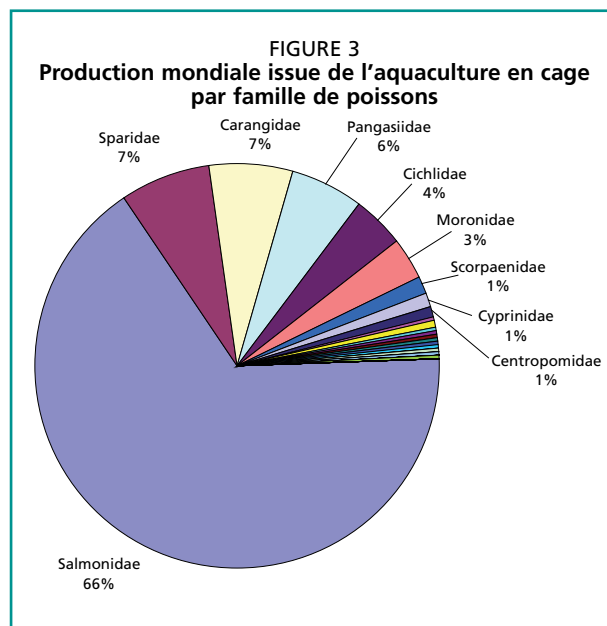
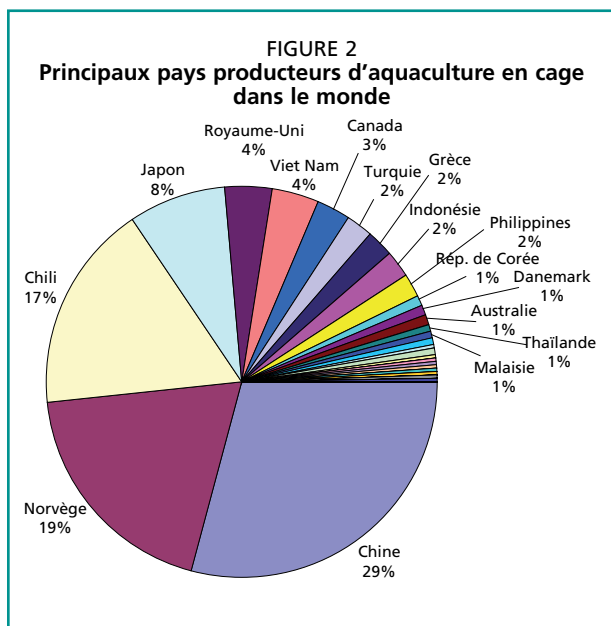
En termes d'importance nationale ou régionale, la part de la production totale issue de l'aquaculture en cage de la Chine dans sa production aquacole totale déclarée en 2005 était de seulement 2,3 pour cent (Chen *et al.*, dans cet ouvrage; FAO, 2007).

En revanche, Masser et Bridger (dans cet ouvrage) ont signalé que la production issue de l'aquaculture en cage représentait environ 70 pour cent de la

TABLEAU 1

Pays membres de la FAO, soit signalant une production issue de l'aquaculture en cage, soit connus pour être activement impliqués dans la production issue de l'aquaculture en cage, mais ne signalant pas actuellement de données à la FAO sur la production issue de l'aquaculture en cage

Pays signalant une aquaculture en cage à la FAO	Autres pays, connus pour être activement impliqués dans l'aquaculture commerciale
Amérique latine et Caraïbes	
Argentine; Bolivie; Chili; Costa Rica; El Salvador; Martinique (France); Panama; Uruguay	B Brésil; Colombie; Guatemala; Honduras; Mexique; Nicaragua
Amérique du Nord	
Canada; États-Unis d'Amérique	
Europe septentrionale	
Allemagne; Bulgarie; Danemark; Estonie; Fédération de Russie; Finlande; Islande; Irlande; Norvège; Pologne; Slovaquie; Suède; Royaume-Uni	
Région méditerranéenne	
Albanie; Bosnie Herzégovine; Chypre; Croatie; Égypte; France; Grèce; Israël; Italie; Jamahiriya arabe libyenne; Malte; Maroc; Portugal; République arabe syrienne; Slovénie; Tunisie; Turquie	Espagne
Afrique subsaharienne	
Bénin; Gabon; Ghana; Maurice; Mayotte (France); Mozambique; Réunion (France); Zambie; Zimbabwe	Côte d'Ivoire; Kenya; Madagascar; Nigéria; Rouanda; Afrique du Sud; Ouganda
Asie et Océanie	
Azerbaïdjan; Brunei Darussalam; Cambodge; Chine - RAS de Hong-Kong; Indonésie; Japon; Koweït; République de Corée; Province chinoise de Taïwan; République démocratique populaire lao; Malaisie; Népal; Oman; Philippines; Singapour; Thaïlande; Viet Nam	Australie; Bangladesh; Chine; Inde; Iran (République islamique d'); République démocratique populaire de Corée; Nouvelle-Zélande

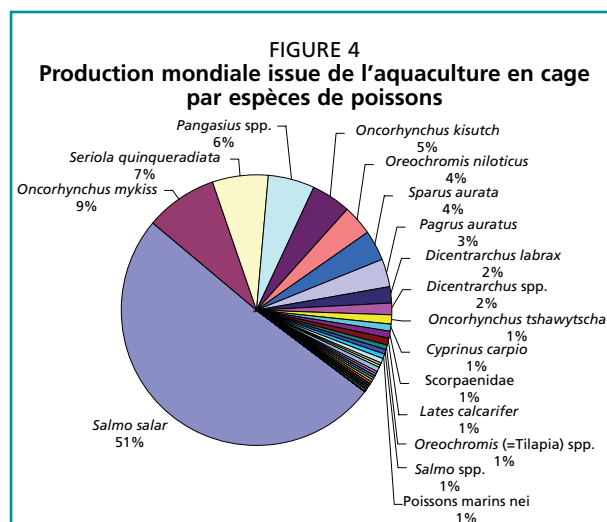


production aquacole totale du Canada en 2004, et De Silva et Phillips (dans cet ouvrage) ont estimé que la culture en cage était actuellement de 80 à 90 pour cent de la production totale des poissons marins en Asie.

PRINCIPALES ESPÈCES CULTIVÉES, SYSTÈMES DE CULTURE EN CAGE ET MILIEUX DE CULTURE

À ce jour, l'élevage commercial en cage a principalement été limité à l'élevage d'espèces de poissons à nageoires à plus forte valeur (en termes de commercialisation) nourris par des aliments composés, notamment le saumon (saumon de l'Atlantique, saumon coho et saumon royal), à l'élevage de la majorité des principales espèces de poissons carnivores d'eau de mer et d'eau douce (dont la sérieole du Japon, la dorade rose, la courbine jaune, le bar européen, la dorade royale, le mafou, la truite arc-en-ciel cultivée en mer, le poisson mandarin et le poisson tête de serpent) et d'une proportion toujours plus importante d'espèces de poissons omnivores d'eau douce (dont les carpes chinoises, le tilapia, le colossoma, et le poisson-chat).

Néanmoins, les systèmes de culture en cage utilisés par les aquaculteurs sont actuellement aussi divers que le nombre d'espèces qui sont cultivées actuellement, variant d'exploitations d'élevage dont la propriété et la gestion sont familiales (typique de la plupart des pays asiatiques; De Silva et Phillips, 2007; Pillay et Kutty, 2005) à des cages commerciales utilisées Europe et aux Amériques (Grøttum et Beveridge, dans cet ouvrage; Masser et Bridger, dans cet ouvrage).



En termes de diversité, il est estimé qu'en tout, 40 familles de poissons sont cultivées en cage, toutefois cinq familles seulement (Salmonidae, Sparidae, Carangidae, Pangasiidae et Cichlidae) représentent 90 pour cent de la production totale et une famille (Salmonidae) 66 pour cent de la production totale (figure 3).

Quant aux espèces, il en existe quelque 80 cultivées actuellement en cages. L'une d'entre elles, *Salmo salar*, représente environ la moitié (51 pour cent) de toute la production issue de la culture en cage (figure 4), et quatre autres espèces (*Oncorhynchus mykiss*, *Seriola quinqueradiata*, *Pangasius* spp. et *Oncorhynchus kisutch*) représentent un autre quart (27 pour cent).

Quatre-vingt-dix pour cent de la production totale provient de huit espèces seulement (en plus de celles déjà mentionnées plus haut: *Oreochromis*

TABLEAU 2
Production aquacole totale signalée de saumon de l'Atlantique *Salmo salar* en 2005 (FAO, 2007)

Pays	Quantité en tonnes (et en pourcentage du total mondial)	
Norvège	582 043	(47,02%)
Chili	374 387	(30,24%)
Royaume-Uni	129 823	(10,49%)
Canada	83 653	(6,76%)
Îles Féroé	18 962	(1,53%)
Australie	16 033	(1,30%)
Irlande	13 764	(1,11%)
États-Unis d'Amérique	9 401	(0,76%)
Islande	6 488	(0,52%)
France	1 190	(0,10%)
Fédération de Russie	204	(0,02%)
Danemark	18	
Grèce	6	
Total	1 237 977	

Source: FAO, 2007

niloticus, *Sparus aurata*, *Pagrus auratus* et *Dicentrarchus labrax*); les 10 pour cent restants proviennent des quelque 70 autres espèces.

À la lumière des informations recueillies à partir des études régionales, le saumon de l'Atlantique est actuellement l'espèce de poisson la plus largement cultivée en cage en termes de volume et de valeur; la production aquacole signalée de cette espèce de poisson d'eau froide a été multipliée par 4 000, passant de seulement 294 tonnes en 1970 à 1 235 972 tonnes en 2005 (d'une valeur estimée à 4 767 000 millions de \$EU), et une importante production de plus de 10 000 tonnes étant limitée actuellement à une poignée de pays, dont la Norvège, le Chili, le Royaume-Uni, le Canada, les Îles Féroé, l'Australie et l'Irlande (tableau 2)³.

Selon Foster (2006), l'essor et le succès commercial spectaculaires de la salmoniculture au sein de ces pays peuvent être attribués à une série de différents facteurs liés les uns aux autres, et notamment:

- Le développement d'une technologie d'élevage en cage rentable et pouvant être reproduite (à savoir, l'emploi de systèmes relativement simples de culture dans des cages flottantes standardisées pour le grossissement du saumon);
- L'accès à de larges zones appropriées d'eaux côtières intactes (la Norvège et le Chili possédant

un littoral de 1 800 kms et de 1 500 kms, respectivement);

- Le saumon est une espèce adaptée à l'élevage (plus de trois espèces différentes, une technologie d'élevage d'alevins simple, il grandit bien en cage, sa croissance à une grande taille est rapide, la production de filets de poisson est élevée et de l'ordre de 60 pour cent, sa viande est très satisfaisante);
- Un bon développement sur le marché et du produit (y compris une disponibilité de produit frais tout au long de l'année, des bénéfices sur la santé perçus comme bons, de nombreux produits à valeur ajoutée, des programmes de développement de marques, une commercialisation générique);
- Les avantages garantis par un investissement plus grand de la part des entreprises, par les économies de marché, ainsi que par la stabilité financière et la conformité réglementaire qui en découlent;
- Les avantages tirés d'un soutien de la part des gouvernements nationaux et d'une situation réglementaire satisfaisants (répartition de l'espace et processus d'octroi de permis prévisible, cadre réglementaire pratique, sécurité des baux, subvention de la recherche des secteurs public et privé et développement au profit du secteur); et
- L'importance placée sur la santé et le bien-être optimums des saumons, entraînant ainsi le développement de schémas améliorés de la gestion relative à la santé des poissons (dont une qualité des juvéniles, de l'eau et des conditions

³ Il convient de noter que le volume de production de la Chine est tiré de Chen *et al.* (dans cet ouvrage). Ces auteurs signalent aussi l'utilisation d'espèces (26 poissons, 3 crustacés, 1 reptile) mais ne fournissent pas de chiffres de production par espèce.

physiques optimales, le développement de vaccins réalisé avec succès, et le développement de l'amélioration du bien-être général des poissons, de la manipulation, de la nutrition, des aliments et des pratiques de gestion des stocks).

Toutefois, la production mondiale de saumon de l'Atlantique a enregistré une légère baisse en 2005 et une décélération du taux de croissance semble se confirmer. Pour ce qui est des autres espèces cultivées en cage, il est difficile de distinguer les données en fonction du type de milieu dans lequel l'élevage est pratiqué. La FAO distingue la production en eau douce, de celle en eau saumâtre et de celle en eau de mer. En revanche, les rapports effectués par les pays et soumis à la FAO ne sont pas toujours constants dans leur distinction entre l'élevage pratiqué dans des milieux en eau saumâtre et en eau de mer, d'où l'unification ci-dessous des données relatives à ces deux milieux d'élevage.

En eau douce, la Chine domine avec une production dépassant 700 000 tonnes, ce qui équivaut à 68,4 pour cent du chiffre total signalé

pour l'aquaculture en cage pratiquée en eau douce; vient ensuite le Viet Nam (126 000 tonnes ou 12,2 pour cent) et l'Indonésie (67 700 tonnes ou 6,6 pour cent) (tableau 3). Alors que la production en Chine comprend 30 espèces aquatiques pour lesquelles aucun chiffre spécifique concernant la production n'est disponible (Chen *et al.*, dans cet ouvrage), la production des autres pays se compose pour la plupart de poisson-chat et de cichlidés (tableau 4). La majorité des plus grands producteurs d'aquaculture en cage en eau saumâtre et en eau de mer se trouvent dans des régions tempérées, tandis que les dix premières espèces comprennent les salmonidés, les sérioles, les poissons de type perche et les rascasses (tableaux 5 et 6).

LE DÉVELOPPEMENT DE LA CULTURE EN CAGE: QUESTIONS ET DÉFIS

En dépit du succès évident à la fois économique et technique de l'élevage en cage du saumon, le secteur a été confronté à de nombreuses questions et à de nombreux défis au cours de son développement.

TABLEAU 3
Les dix premiers pays pratiquant l'aquaculture en cage en eau douce

Pays	Quantité (tonnes)	Pourcentage du total mondial
Chine	704 254	68,4
Viet Nam	126 000	12,2
Indonésie	67 672	6,6
Philippines	61 043	5,9
Fédération de Russie	14 036	1,4
Turquie	10 751	1,0
République démocratique populaire lao	9 900	1,0
Thaïlande	7 000	0,7
Malaisie	6 204	0,6
Japon	3 900	0,4

TABLEAU 4
Production des dix premières espèces/unités taxinomiques issue de l'aquaculture en cage en eau douce (à l'exception de la Chine)

Espèces	Quantité (tonnes)	Pourcentage du total mondial
<i>Pangasius</i> spp.	133 594	41,1
<i>Oreochromis niloticus</i>	87 003	26,7
<i>Cyprinus carpio</i>	21 580	6,6
<i>Oreochromis</i> (=Tilapia) spp.	16 714	5,1
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	14 625	4,5
<i>Salmo</i> spp.	12 071	3,7
<i>Channa micropeltes</i>	11 525	3,5
<i>Salmo trutta</i>	8 551	2,6
Poissons d'eau douce nei	6 914	2,1
Acipenseridae	2 368	0,7

De manière générale, ces questions et ces défis avaient trait à l'utilisation d'un système de culture reposant sur des cages à filet ouvert, d'où les impacts réels ou perçus comme tels de ces systèmes sur l'environnement aquatique environnant et sur l'écosystème. Les questions et les défis dont il s'agit sont les suivants:

- une perte accrue des éléments nutritifs provenant des aliments non consommés, des déjections et excréments des poissons élevés en cage ainsi que les impacts possibles (négatifs et/ou positifs) sur la qualité de l'eau, sur l'environnement aquatique environnant ainsi que sur la santé de l'écosystème (Mente *et al.*, 2006; León, 2006);
- un risque accru d'incidence de maladies au sein des poissons cultivés en cage (Chen *et al.*, dans cet ouvrage; Merican, 2006; Tan *et al.*, 2006) et l'éventuel risque de transmission des maladies aux (et provenant des) populations de poisson naturelles (Ferguson *et al.*, 2007);
- une dépendance accrue des espèces de poissons carnivores cultivés en cage par rapport aux ressources halieutiques servant d'intrants alimentaires, dont la farine et l'huile de poisson et les espèces de «poisson de rebut» de faible valeur (Asche et Tveteras, 2004; De Silva et Phillips, dans cet ouvrage; Edwards *et al.*, 2004; Kristofersson et Anderson, 2006; Tacon *et al.*, 2006). Il faut noter que cette dépendance n'est pas unique aux systèmes d'élevage en cage, et concerne également les espèces de crustacés et de poissons carnivores cultivés en étang et en réservoir;
- une dépendance accrue de certains systèmes d'élevage en cage vis-à-vis de la capture de semences sauvages capturées, tout particulièrement pour ces espèces de poissons marins dont le développement en écloserie est récent ou dont la production n'est pas actuellement suffisante pour satisfaire la demande (FAO, 2006d; Merican, 2006; Ottolenghi *et al.*, 2004; Rimmer, 2006);
- un risque accru de fuites de poissons hors des cages, pouvant ainsi s'accompagner d'impacts

TABLEAU 5
Production des dix premiers pays pratiquant l'aquaculture en cage en eau marine et en eau saumâtre

Pays	Quantité (tonnes)	Pourcentage du total mondial
Norvège	652 306	27,5
Chili	588 060	24,8
Chine	287 301	12,1
Japon	268 921	11,3
Royaume-Uni	131 481	5,5
Canada	98 441	4,2
Grèce	76 212	3,2
Turquie	68 173	2,9
République de Corée	31 895	1,3
Danemark (dont les Îles Féroé)	31 192	1,3

TABLEAU 6
Production (tonnes) des dix premières espèces/unités taxinomiques issue de l'aquaculture en cage en eau marine et en eau saumâtre (à l'exception la RP Chine)

Espèces	Quantité (tonnes)	Pourcentage du total mondial
<i>Salmo salar</i>	1 219 362	58,9
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	195 035	9,4
<i>Seriola quinqueradiata</i>	159 798	7,7
<i>Oncorhynchus kisutch</i>	116 737	5,6
<i>Sparus aurata</i>	85 043	4,1
<i>Pagrus auratus</i>	82 083	4,0
<i>Dicentrarchus labrax</i>	44 282	2,1
<i>Dicentrarchus spp.</i>	37 290	1,8
<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>	23 747	1,2
Scorpaenidae	21 297	1,0

(négatifs et/ou positifs) sur les populations de poissons sauvages, et notamment des impacts de type génétique, écologique et social (FAO, 2006d; Ferguson *et al.*, 2007; Hindar *et al.*, 2006; Naylor *et al.*, 2005; Soto *et al.*, 2001);

- des impacts potentiels accrus des activités d'élevage en cage (négatifs et/ou positifs) sur les autres espèces animales, dont les oiseaux prédateurs et les mammifères attirés vers les poissons en cage (Beveridge, 2004; Nash *et al.*, 2000);
- une inquiétude accrue des communautés (dans certains pays) quant à l'utilisation des étendues d'eaux publiques intérieures et côtières partagées et destinées à l'élevage de poisson dans des systèmes reposant sur l'élevage en cage (en raison des déplacements possibles, de pêcheurs notamment, et/ou de la pollution visuelle ressentie comme telle), d'où le besoin d'intensifier la consultation avec toutes les parties prenantes (FAO, 2006d);
- le besoin accru d'établir et de mettre en œuvre des contrôles gouvernementaux adaptés concernant le développement du secteur, dont la planification et la surveillance environnementale, ainsi que le besoin de mettre en œuvre de bonnes/meilleures pratiques de gestion au niveau des fermes (Alston *et al.*, 2006; Boyd *et al.*, 2005; Chen *et al.*, dans cet ouvrage; FAO, 2006d); et
- une inquiétude accrue du public (dans certains pays et marchés de pays développés) concernant la durabilité environnementale et écologique à long terme des systèmes d'élevage intensifs (Goodland, 1997), et en particulier concernant la durabilité écologique à long terme de l'élevage d'espèces de poissons carnivores au sein de systèmes d'élevage en cages basés sur l'utilisation de ressources halieutiques comme intrants alimentaires (Costa-Pierce, 2003; Tacon *et al.*, 2006).

Il convient de répéter que l'aquaculture (y compris l'utilisation de systèmes d'élevage en cage) comporte aussi de nombreux avantages sociaux, économiques et environnementaux, à savoir les impacts sur la sécurité alimentaire et sur la réduction de la pauvreté, les perspectives accrues d'emploi au sein des communautés rurales, une offre et une disponibilité accrues de produits de la mer, une meilleure nutrition et un meilleur bien-être des personnes, des gains plus importants issus du commerce extérieur, une amélioration du

traitement des eaux usées/réutilisation de l'eau et des perspectives d'irrigation des cultures, et un meilleur recyclage des éléments nutritifs; tous ces aspects doivent être pris en considération et mesurés en fonction de leur importance afin de pouvoir effectuer une comparaison équilibrée des systèmes de production vivrière (FAO, 2006d; Alwart et Moehl 2006; Hambrey, 1999, 2001; Tacon, 2001).

LA MARCHÉ À SUIVRE

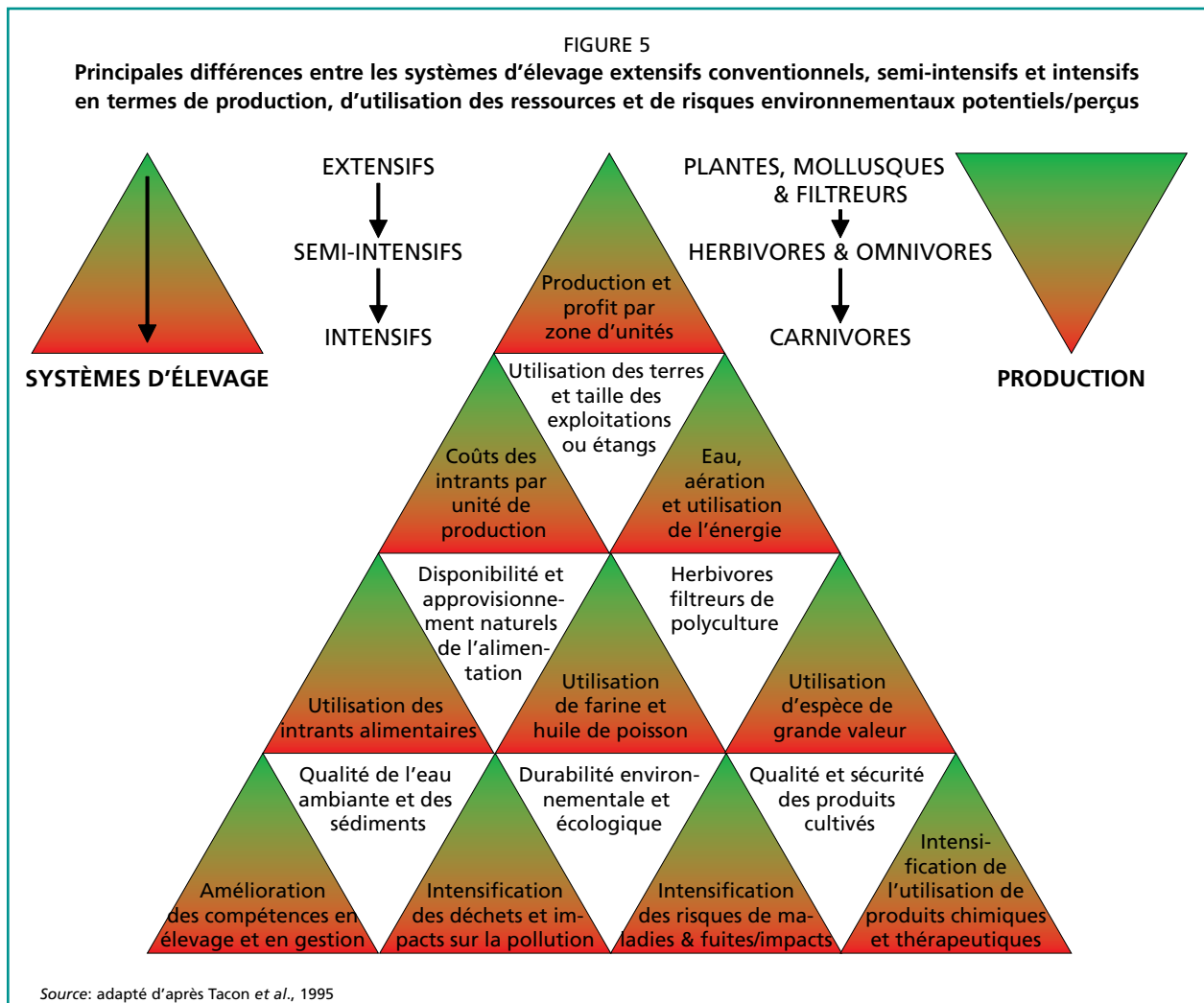
Le potentiel de développement de la culture en cage est considérable. La culture en cage à une échelle familiale moyenne connaît par exemple un succès remarquable dans de nombreuses régions d'Asie (Phillips et De Silva, 2006) et l'une des questions clés pour que perdurent la croissance et le développement de ce secteur ne sera pas d'en maîtriser la promotion mais plutôt la gestion (Hambrey, 2006). Il est cependant urgent de réduire la dépendance actuelle de certaines formes de systèmes d'élevage en cage en Asie vis-à-vis de l'utilisation de poisson de faible valeur/poisson de rebut servant d'intrants alimentaires, y compris ceux pour le poisson-chat Pangasiidae ainsi que pour les espèces de grande valeur telles que le poisson mandarin, le poisson tête de serpent, les crabes et poissons marins (Tacon *et al.*, 2006). D'autres formes d'aquaculture en cage à différents niveaux d'intensité apparaissent en Afrique où les défis ont principalement trait à la présence d'un environnement réglementaire économique et politique d'habilitation (Rana et Telfer, 2006). Toutefois, c'est le sous-secteur de la culture intensive en cage de poissons à nageoires à forte valeur qui connaît la plus grande croissance et une réelle transformation, ce qui entraîne des conséquences sociales et environnementales importantes. Tout comme les tendances mondiales de la production de bétail, se présente le risque selon lequel la croissance rapide des opérations intensives peut marginaliser les producteurs à petite échelle, et la forte production à différents niveaux d'intensité peut conduire à une dégradation de l'environnement si elle n'est pas planifiée et gérée correctement. Étant donné que la plus grande partie de l'activité aquacole en cage est pratiquée dans des environnements côtiers fragiles et déjà fortement mis sous pression, on s'accorde de plus en plus sur le fait qu'une attention particulière doit être portée sur la durabilité environnementale de ce sous-secteur.

Expansion, intensification, pollution de l'environnement et état des océans et des eaux continentales

En dépit du manque de statistiques fiables relatives au volume et à la situation précise de la production mondiale issue de l'aquaculture en cage, tout semble indiquer, à la lumière des différentes études régionales sur la culture en cage (à l'exception possible de la région de l'Afrique subsaharienne), que la culture en cage est actuellement l'un des segments de la production aquacole mondiale dont la croissance est la plus rapide. Cette expansion va probablement se poursuivre, mais avec des différences régionales considérables: Tandis que la région asiatique va sans doute confirmer sa tendance vers le regroupement d'activités à petite échelle résultant de la disponibilité limitée de sites dans les eaux côtières (De Silva et Phillips, dans cet ouvrage), Cardia et Lovatelli (dans cet ouvrage) signalent l'existence d'un large choix de sites destinés à l'élevage pour les cages à plus forte intensité de

capital près des côtes et en mer ouverte le long du littoral méditerranéen, tout comme le font Blow et Leonard (dans cet ouvrage) notamment pour les eaux douces d'Afrique subsaharienne. Cependant, bien que la culture en cage permette aux exploitants d'accéder à de nouvelles ressources aquatiques inexploitées et à des sites potentiels (dont les lacs, les réservoirs, les rivières, les estuaires et le vaste milieu marin en mer ouverte), l'intensification de la production aquacole comporte également des risques environnementaux et économiques accrus (Figure 5). Ces risques requièrent à leur tour l'utilisation de nouvelles capacités de gestion des fermes ainsi que des systèmes de contrôle de la réglementation et des systèmes de surveillance environnementale au sein des pays pour veiller à la durabilité du développement du secteur (FAO, 2006d).

Ce qui est particulièrement préoccupant est le besoin de réduire au minimum les impacts potentiels sur l'environnement et sur l'écosystème

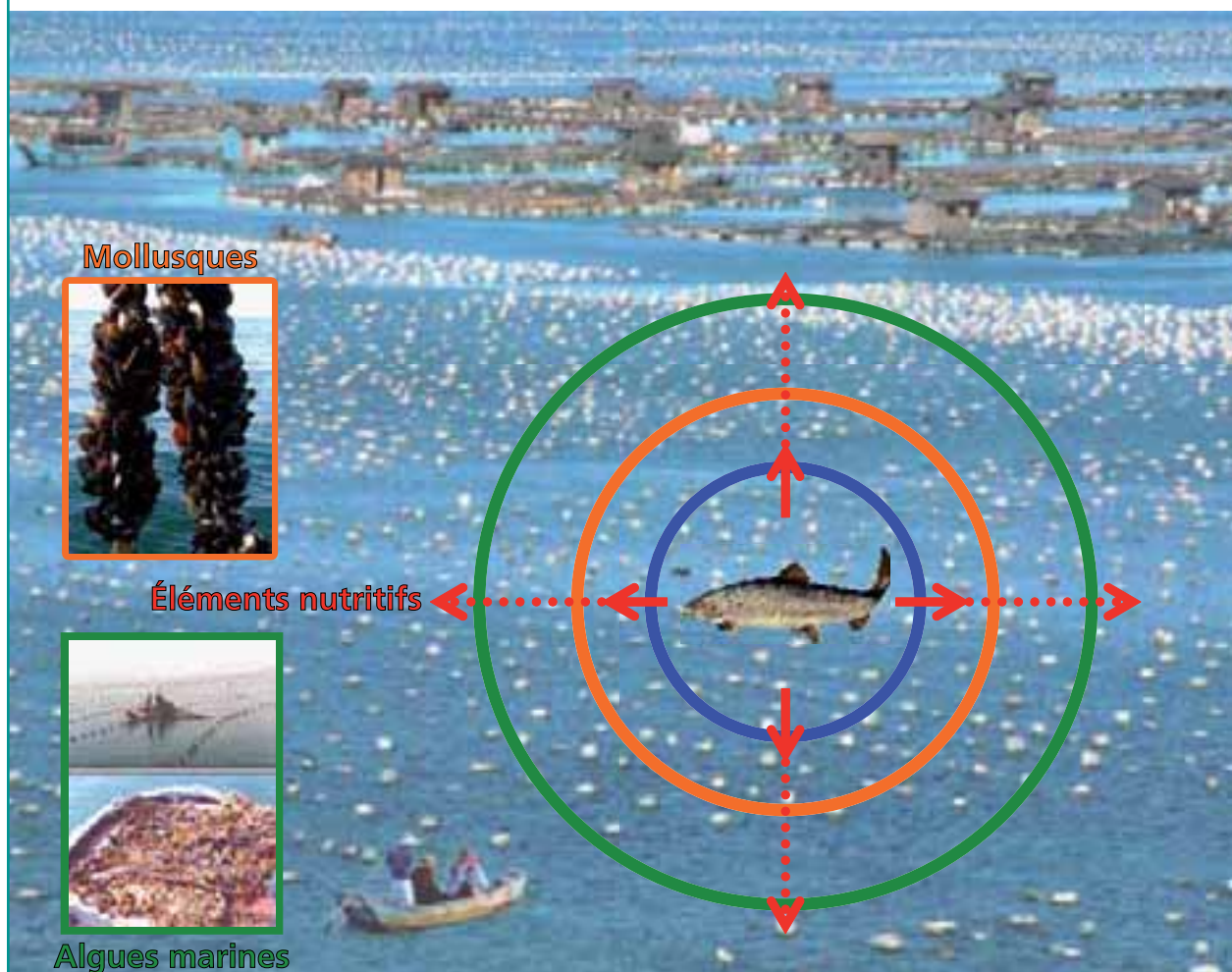


que pourraient avoir la majorité des exploitations de cages existantes, qui pour la plupart, sont opérées en tant que systèmes d'élevage en circuit ouvert pour des espèces uniques (à savoir la monoculture) (Tacon et Forster, 2003) faisant peu de cas, voire aucun, de l'utilisation des déchets issus de ces systèmes de culture à circuit ouvert comme précieux intrants en éléments nutritifs pour la culture intégrée avec d'autres espèces aquatiques complémentaires.

L'inquiétude mondiale augmente également quant à l'environnement en général, et plus particulièrement quant au bien-être et à la santé de nos océans et de nos écosystèmes aquatiques en raison de la pollution de l'environnement, les principaux agents polluants pénétrant dans les océans de la planète et provenant actuellement des égouts (à hauteur de 30 pour cent), des agents polluants de l'air (30 pour cent), des écoulements issus des exploitations (20 pour cent), des eaux

usées industrielles (10 pour cent), du transport maritime (10 pour cent), du pétrole en mer ouverte (5 pour cent), et des ordures (5 pour cent: Klesius, 2002). Bien que l'aquaculture ne contribue que de façon mineure à la pollution environnementale (en termes mondiaux, et en raison de sa taille réduite), ce ne sera sans doute plus le cas à l'avenir vu que le secteur est en expansion; la pollution environnementale provenant des opérations de culture en cage traditionnelle étant déjà signalée comme un sérieux problème dans les eaux côtières continentales de Chine (Chen *et al.*, dans cet ouvrage; Duqi et Minjie, 2006; Honghui *et al.*, 2006; Xia *et al.*, 2006) et les considérations environnementales déjà mentionnées comme une entrave prépondérante au développement de la culture en cage en Australie et en Nouvelle Zélande (Rimmer *et al.*, dans cet ouvrage). Dans le cas des plus grandes exploitations, les exigences d'étude de

FIGURE 6
Intégration du système: culture en cage traditionnelle des poissons à nageoires
et co-culture d'algues marines en Chine



L'impact sur l'environnement peuvent aborder ces questions jusqu'à un certain point. Dans le cas des exploitations individuelles néanmoins, les études sur l'environnement ne sont pas suffisantes en elles-mêmes puisque pour pouvoir mesurer les impacts environnementaux de l'aquaculture en cage, il faut prendre attentivement en considération les effets cumulés des développements à petite échelle et des impacts à long terme.

Il y a lieu d'instaurer une étude et une gestion environnementales plus stratégiques, lesquelles devraient prendre en considération toutes les activités économiques affectant l'environnement aquatique et la capacité de l'environnement d'assimiler les déchets (Halwart et Moehl, 2006). D'un autre côté, la culture en cage offre l'une des rares solutions de croissance pour la mariculture dans la mesure où elle pourra être déplacée en mer ouverte, ce qui offrira d'importantes perspectives d'avenir et des choix réalisables pour des pays comme la Chine où la pression en zone côtière et les menaces de pollution sur l'aquaculture elle-même sont des questions pertinentes.

En outre, résultant directement de la pollution environnementale, l'inquiétude mondiale concerne aussi de plus en plus la sécurité alimentaire, particulièrement quant au niveau de polluants environnementaux (dont les polluants organiques persistants et les métaux lourds) qui s'accumulent au sein de la chaîne alimentaire aquatique naturelle, notamment pour les poissons sauvages capturés et les espèces aquacoles nourries de poisson fourrage (FAO, 2006d; Schwarzenbach *et al.*, 2006; Tacon *et al.*, 2006).

Étant donné les considérables avancées effectuées par la culture en cage dans certains pays tels que la Norvège, en termes de réduction de l'emploi des antibiotiques et leur remplacement par des vaccinations ainsi qu'en termes de réduction des pertes d'aliments à travers l'amélioration des aliments et des techniques d'alimentation (Grøttung et Beveridge, dans cet ouvrage), il est fort probable que le secteur relèvera avec succès les défis qui lui sont posés. Les politiques gouvernementales ainsi que le soutien institutionnel et juridique a été important et continuera de l'être pour que se développe de manière rationnelle la culture en cage, si ce développement se base sur des accords clés négociés au niveau international tels que le Code de conduite pour des pêches responsables et s'il est soutenu par une technologie de pointe comme dans le cas de l'emploi d'outils géo-référencés (tel

que le Global Information Systems – GIS) pour la sélection de sites et pour le zonage (par ex. Perez *et al.*, 2005), des outils de télémétrie pour la surveillance behavioriste (Cubitt *et al.*, 2005), ou des remplacements de farine de poisson dans les aliments de poissons (par ex. Zhou *et al.*, 2005).

Intégration du système: une approche multi-trophique de la culture en cage

À la lumière de ces éléments, il est clair que les systèmes de culture en cage doivent poursuivre leur évolution, soit en s'étendant en mer ouverte dans des eaux plus profondes et dans des conditions d'exploitation plus extrêmes (réduisant ainsi au minimum les impacts environnementaux à travers davantage de dilution, ainsi que la possible pollution visuelle: Chen *et al.*, dans cet ouvrage; Cremer *et al.*, 2006; Kapetsky et Aguilar-Manjarrez, 2007; Lisac, 2006), soit à travers l'intégration avec des espèces de niveau trophique moins élevé telles que les algues marines, les mollusques et autres invertébrés benthiques (Ridler *et al.*, 2007; Rimmer, 2006; Whitmarsh *et al.*, 2006).

Le choix de la culture intégrée avec des espèces de niveau trophique moins élevé s'explique par le fait que les déchets d'une ou plusieurs catégories d'espèces (tels que les poissons à nageoires cultivés en cage) peuvent être utilisés comme intrants par une ou plusieurs catégories d'espèces, dont les algues marines, les mollusques filtreurs, et/ou les invertébrés benthiques tels que les holothuries, les annélides ou les échinodermes (Figure 6).

Cependant, si des recherches ont été entreprises sur des systèmes basés à terre (Neori *et al.*, 2004; Troell *et al.*, 2004), des recherches considérablement plus approfondies sont requises sur les systèmes de mariculture en circuit ouvert et de mer ouverte (Lombardi *et al.*, 2006; Ridler *et al.*, 2007; Rimmer, 2006; Xu *et al.*, 2006; Yingjie, 2006; Yuleng et Xiugeng, 2006). L'un des plus grands défis de ce type d'aquaculture intégrée ou d'aquaculture multi-trophique est de nature socioéconomique puisqu'il sera nécessaire soit de faciliter la culture intégrée en impliquant différentes parties prenantes (par ex. de la conchyculture avec ceux de la salmoniculture) soit de développer des incitations adaptées pour les pisciculteurs afin qu'ils développent eux-mêmes ce type d'aquaculture multi-trophique. La première option offrirait sans doute plus d'avantages sociaux et devrait être explorée d'un point de vue multidisciplinaire aux niveaux régional et mondial.

CONCLUSION

La culture en cage a cette possibilité extraordinaire de pouvoir fournir du poisson pour la population mondiale en pleine croissance, et plus particulièrement la culture dans les eaux marines, étant donné que les océans détiennent plus de 97 pour cent de l'eau de notre planète. Pourtant, bien que les océans couvrent 71 pour cent de la surface de la planète et offrent 99 pour cent de leur espace vital, ils demeurent l'un des écosystèmes les moins bien compris, moins de 10 pour cent de leur espace vital ayant été explorés par les humains.

En contraste frappant avec nos systèmes de production vivrière terrestre (produisant plus de 99 pour cent de nos exigences alimentaires actuelles: FAO, 2006b), la récolte des pêches de captures provenant de nos mers et de nos rivières fournissent actuellement moins d'un pour cent de notre consommation totale de calories sous forme de produits comestibles issus de la pêche (FAO, 2006a); 52 pour cent de nos stocks halieutiques connus étant pleinement exploités, 20 pour cent modérément exploités, 17 pour cent surexploités, 7 pour cent épuisés, 3 pour cent sous-exploités, et 1 pour cent en reprise (FAO, 2005).

Certes, avec une population mondiale augmentant à un taux de plus de 80 millions de personnes

par an, et qui devrait atteindre 9 milliards d'ici 2050, il ne fait aucun doute que les océans ainsi que les précieuses ressources en eau douce devront se révéler plus efficaces et plus productives en vue d'intensifier la production vivrière mondiale issue de l'aquaculture.

Par ailleurs, s'il est primordial d'améliorer l'efficacité et la productivité pour que se développent l'aquaculture en général, et la culture en cage plus particulièrement, d'autres facteurs pèseront tout autant, et notamment la sécurité alimentaire associée à une production vivrière socialement acceptable et durable d'un point de vue économique et environnemental conformément aux principes acceptés et certifiés, tout en portant une attention particulière sur le bien-être des animaux, tous ces facteurs occupant une place essentielle dans la perception du consommateur et dans leur acceptation des produits aquatiques. L'aquaculture en cage sera amenée à jouer un rôle important dans le processus global destiné à fournir du poisson en quantité suffisante (et de qualité acceptable) à tous, et ce particulièrement en raison des perspectives d'intégration des espèces et des systèmes de production dans les zones proches des côtes ainsi qu'en raison des possibilités d'expansion de ce secteur en situant les cages loin des côtes.

REMERCIEMENTS

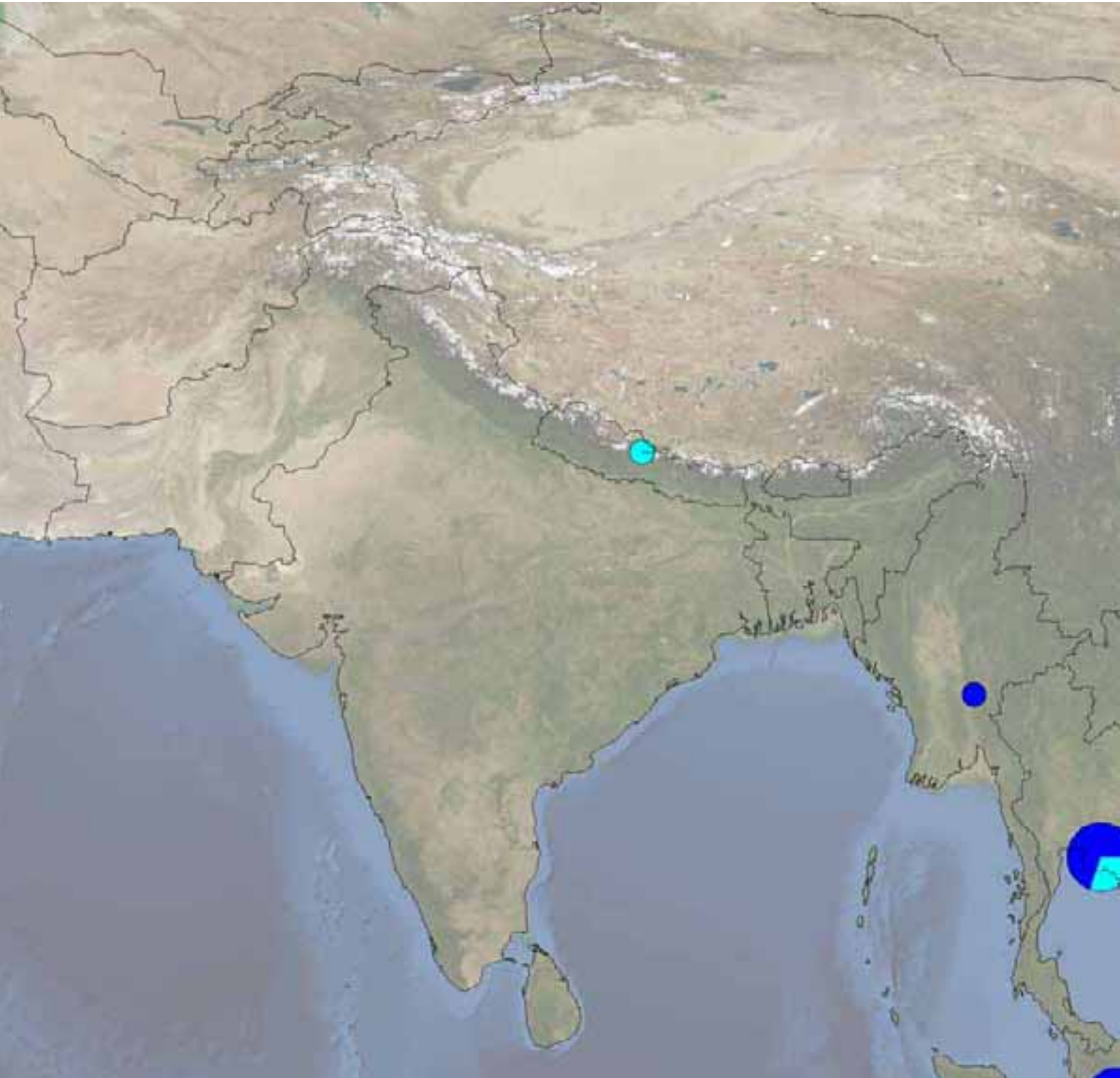
Les auteurs tiennent à remercier du soutien et des commentaires constructifs offerts par de nombreux amis et collègues, particulièrement J. Aguilar-Manjarrez, J.R. Arthur, P. Balzer, D. Bartley, M. Beveridge, P. Blow, C.J. Bridger, F. Cardia, B. Chakalall, J. Chen, Z. Chen, S.S. De Silva, J. Forster, S. Funge-Smith, J.A. Grøttum, C. Guang, M. Hasan, Hasini, S. Leonard, J. Liu, A. Lovatelli, A. Lowther, M.P. Masser, J. Moehl, M.J. Phillips, B. Ponia, M. Reantaso, M.A. Rimmer, A. Rojas, D. Soto, R. Subasinghe, S. Wadsworth, Y. Wang, H. Xu, P. Xu et X. Yan.

RÉFÉRENCES

- Alston, D.E., Cabarcas-Nunez, A., Helsley, C.E., Bridger, C. & Benetti, D. 2006. Standardized environmental monitoring of open ocean cage sites: Basic considerations. *World Aquaculture*, 37: 24–26.
- Asche, F. & Tveteras, S. 2004. On the relationship between aquaculture and reduction fisheries. *Journal of Agricultural Economics*, 55(2): 245–265.
- Beveridge, M. 2004. *Cage Aquaculture*, third edition. Oxford, UK, Blackwell Publishing Ltd. 368 pp.
- Blow, P. & Leonard, S. (dans ce volume). Étude sur l'aquaculture en cage: l'Afrique subsaharienne.
- Boyd, C.E., McNevin, A.A., Clay, J. & Johnson, H.M. 2005. Certification issues for some common aquaculture species. *Reviews in Fisheries Science*, 13: 231–279.
- Cardia, F. & Lovatelli, A. (dans ce volume). Étude sur l'aquaculture en cage: la mer Méditerranée.
- Chen, J., Guang, C., Xu, H., Chen, Z., Xu, P., Yan, X., Wang, Y. & Liu, J. (dans ce volume). Étude sur l'aquaculture en cage et en enclos: la Chine.
- Costa-Pierce, B.A. (2003). Ecology as the Paradigm for the Future of Aquaculture. Dans B.A. Costa-Pierce. *Ecological Aquaculture*, pp. 339–372. Oxford, UK, Blackwell Publishing Ltd. 328 pp.
- Cremer, M.C., Lan, H.P., Schmittou, H.R. & Jian, Z. 2006. Commercial scale production of Pompano *Trachinotus ovatus* in off-shore ocean cages: results of 2004 and 2005 production tests in Hainan, China, by ASA-IM/USB. Dans *Book of Abstracts, 2nd International Symposium on Cage Aquaculture in Asia (CAA2), 3-8 July 2006, Hangzhou, China*, pp. 9-10 (Proceedings - in press).
- Cubitt, K.F., Churchill, S., Rowsell, D., Scruton, D.A. & McKinley, R.S. 2005. 3-dimensional positioning of salmon in commercial sea cages: assessment of a tool for monitoring behaviour. Dans *Aquatic telemetry. Advances and applications. Proceedings of the fifth Conference on Fish Telemetry held in Europe, Ustica, Italy, 9-13 June 2003* pp. 25–33.
- Delgado, C.L., Wada, N., Rosegrant, M.W., Meijer, S. & Ahmed, M. 2003. *Fish to 2020: Supply and Demand in Changing Global Markets*. International Food Policy Research Institute (IFPRI), Washington and WorldFish Center, Penang, Malaysia. 226 pp.
- De Silva, S.S. & Phillips, M.J. (dans ce volume). Étude sur l'aquaculture en cage: l'Asie (à l'exclusion de la Chine).
- Duqi, Z. & Minjie, F. 2006. The review of marine environment on carrying capacity of cage culture. Dans *Book of Abstracts, 2nd International Symposium on Cage Aquaculture in Asia (CAA2), 3-8 July 2006, Hangzhou, China*, p. 90. (Proceedings - in press).
- Edwards, P., Tuan, L.A. & Allan, G.L. 2004. *A survey of marine trash fish and fishmeal as aquaculture feed ingredients in Viet Nam*. Australian Centre for International Agricultural Research. ACIAR Working Paper 57. Canberra, Elect Printing. 56 pp.
- FAO. 2005. *L'état des ressources halieutiques marines mondiales*. FAO Document technique sur les pêches 457. Rome, FAO. 235 pp.
- FAO. 2006b. *FAO Statistical Database, FAOSTAT* (disponible à <http://faostat.fao.org>).
- FAO. 2006c. *Asia-Pacific Fishery Commission Regional Consultative Forum Meeting, 16-19 August 2006, Kuala Lumpur, Malaysia*. Bangkok, FAO Regional Office for Asia and the Pacific.
- FAO. 2006d. *Situation de l'aquaculture mondiale 2006*. FAO Document technique sur les pêches 500. Rome, FAO. 134 pp.
- FAO. 2007. *Fishstat Plus: Universal software for fishery statistical time series. Aquaculture production: quantities 1950-2005, Aquaculture production: values 1984-2005; Capture production: 1950-2005; Commodities production and trade: 1950-2005; Total production: 1970-2005, Vers. 2.30*. Rome, FAO Fisheries and Aquaculture Department, Fishery Information, Data and Statistics Unit.
- Ferguson, A., Fleming, I.A., Hindar, K., Skaala, Ø., McGinnity, P., Cross, T. & Prodöhl, P. 2007. Farm escapes. Dans E. Verspoor, L. Stradmeyer & J. Nielsen (éds), *Atlantic Salmon: Genetics, conservation and management*, pp. 367–409. Oxford, Blackwell Publishing Ltd.
- Foley, J.A., DeFries, R., Asner, G.P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S.R., Chapin, S.F., Coe, M.T., Daily, G.C., Gibbs, H.K., Helkowski, J.H., Holloway, T., Howard, E.A., Kucharik, C.J., Monfreda, C., Patz, J.A., Prentice, I.C., Ramankutty, N. & Snyder, P.K. 2005. Global consequences of land use. *Science*, 309: 570–574.
- Forster, J.R. 2006. Paper presented at the Annual Meeting of the Hawaii Aquaculture Association, Hawaii Institute of Marine Biology, Oahu, Hawaii, USA, June 15th, 2006.
- Goodland, R. 1997. Environmental sustainability in agriculture: diet matters. *Ecological Economics*, 23: 189–200.
- Grøttum, J.A. & Beveridge, M.C. (dans ce volume). Étude sur l'aquaculture en cage: l'Europe septentrionale.
- Halwart, M. & Moehl, J.F. (éds) 2006. *Atelier régional d'experts de la FAO sur la pisciculture en cage en Afrique. Entebbe, Ouganda, 20-23 octobre 2004*. FAO Compte rendu des pêches. No. 6. Rome, FAO. 2008. 129p. (disponible à <http://www.fao.org/docrep/009/a0833f/a0833f00.htm>)

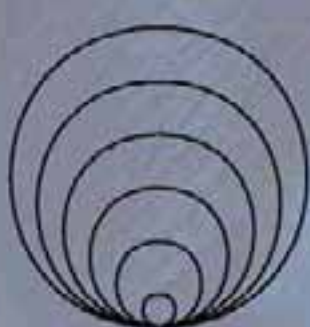
- Hambrey, J.** 2006. A brief review of small-scale aquaculture in Asia, its potential for poverty alleviation, with a consideration of the merits of investment and specialization. Dans M. Halwart & J.F. Moehl (éds). *Atelier régional d'experts de la FAO sur la pisciculture en cage en Afrique. Entebbe, Ouganda, 20-23 octobre 2004*. FAO Compte rendu des pêches. No. 6. Rome, FAO. 129 p.
- Hambrey, J., Tuan, L.A., Nho, N.T., Hoa, D.T & Thuong, T.K.** 1999. Cage culture in Vietnam: how it helps the poor. *Aquaculture Asia*, IV(4): 15–17.
- Hambrey, J., Tuan, L.A. & Thuong, T.K.** 2001. Aquaculture and poverty alleviation II. Cage culture in coastal waters of Viet Nam. *World Aquaculture*, 32(2): 34–67.
- Hindar, K., Fleming, I.A., McGinnity, P. & Diserud, A.** 2006. Genetic and ecological effects of salmon farming on wild salmon: modelling from experimental results. *ICES Journal Of Marine Science*. 63 (7) 1234–1247.
- Honghui, H., Qing, L., Chunhou, L., Juli, G. & Xiaoping, J.** 2006. Impact of cage fish farming on sediment in Daya Bay, PR China. Dans *Book of Abstracts, 2nd International Symposium on Cage Aquaculture in Asia (CAA2), 3-8 July 2006, Hangzhou, China*, pp. 88–89. (Proceedings - in press).
- Kapetsky, J.M. & Aguilar-Manjarrez, J.** 2007. *Geographic information systems, remote sensing and mapping for the development and management of marine aquaculture*. FAO Fisheries Technical Paper. No. 458. Rome, FAO. 125 pp.
- Klesius, M.** 2002. The State of the Planet: A Global Report Card. *National Geographic*, 197(9), 102–115.
- Kristofersson, D. & Anderson, J.L.** 2006. Is there a relationship between fisheries and farming? Interdependence of fisheries, animal production and aquaculture. *Marine Policy*, 30: 721–725.
- León, J.N.** 2006. *Synopsis of salmon farming impacts and environmental management in Chile*. Consultancy Technical Report. Valdivia, Chile, WWF Chile. 46 pp.
- Lisac, D. & Refa Med srl.** 2006. Open-sea farming: operational constraints. In *Book of Abstracts, 2nd International Symposium on Cage Aquaculture in Asia (CAA2), 3-8 July 2006, Hangzhou, China*, p. 63. (Proceedings - in press).
- Lombardi, J.V., de Almeida Marques, H.L., Pereira, R.T.L., Barreto, O.J.S. & de Paula, E.J.** 2006. Cage polyculture of the Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* and the Philippines seaweed *Kappaphycus alvarezii*. *Aquaculture*, 258: 412–415.
- Masser, M.P. & Bridger, C.J.** (dans ce volume). Étude sur l'aquaculture en cage: l'Amérique du Nord.
- Mente, E., Pierce, G.J., Santos, M.B. & Neofitou, C.** 2006. Effect of feed and feeding in culture of salmonids on the marine aquatic environment: a synthesis for European aquaculture. *Aquaculture International*, 14: 499–522.
- Merican, Z.** 2006. Marine finfish cage culture: some of the strengths, weaknesses, opportunities and threats facing this expanding yet fragmented industry in China and Southeast Asia. *AQUA Culture AsiaPacific Magazine*, 2(2): 22–24.
- Nash, C.E., Iwamoto, R.N. & Mahnken, C.V.W.** 2000. Aquaculture risk management and marine mammal interactions in the Pacific Northwest. *Aquaculture*, 183: 307–323.
- Naylor, R., Hindar, K., Fleming, I.A., Goldberg, R., Williams, S., Volpe, J., Whoriskey, F., Eagle, J., Kelso, D. & Mangel, M.** 2005. Fugitive salmon: assessing the risks of escaped fish from net-pen aquaculture. *BioScience*, 55: 427–437.
- Neori, A., Chopin, T., Troell, M., Buschmann, A.H., Kraemer, G.P., Halling, C., Shpigel, M. & Yarish, C.** 2004. Integrated aquaculture: rationale, evolution and state of the art emphasizing seaweed biofiltration in modern aquaculture. *Aquaculture*, 231: 361–391.
- Ottolenghi, F., Silvestri, C., Giordano, P., Lovatelli, A. & New, M.B.** 2004. *Capture-based aquaculture: The fattening of eels, groupers, tunas and yellowtails*. FAO Rome. 308 pp.
- Perez, O.M., Telfer, T.C. & Ross, L.G.** 2005. Geographical Information Systems-based models for offshore floating marine fish cage aquaculture site selection in Tenerife, Canary Islands. *Aquaculture Research* 36: 946–961.
- Pillay, T.V.R. & Kutty, M.N.** 2005. *Aquaculture: Principles and Practices*, Second Edition. Blackwell Publishing Ltd, Oxford, England. 624 pp.
- Phillips, M. & De Silva, S.** 2006. La pisciculture en cage de poissons à nageoires en Asie: aperçu général de la situation, enseignements et perspectives d'avenir. Dans M. Halwart and J.F. Moehl (éds). *Atelier régional d'experts de la FAO sur la pisciculture en cage en Afrique. Entebbe, Ouganda, 20-23 octobre 2004*. FAO Compte rendu des pêches. No. 6. Rome, FAO. 2008. 129p.
- Rana, K. & Telfer, T.** 2006. Les principaux facteurs justifient la pisciculture en cage et leur pertinence pour la pisciculture en cage en Afrique. Dans M. Halwart and J.F. Moehl (éds). *Atelier régional d'experts de la FAO sur la pisciculture en cage en Afrique. Entebbe, Ouganda, 20-23 octobre 2004*. FAO Compte rendu des pêches. No. 6. Rome, FAO. 2008. 129p.

- Ridler, N., Barrington, K., Robinson, B., Wowchuk, M., Chopin, T., Robinson, S., Page, F., Reid, G., Szemerda, M., Sewuster, J. & Boyne-Travis, S. 2007. Integrated multitrophic aquaculture: Canadian project combines salmon, mussels, kelps. *Global Aquaculture Advocate*, 10(2): 52–55.
- Rimmer, M.A. 2006. *Regional review of existing major mariculture species and farming technologies*. Paper presented for the FAO/NACA Regional Mariculture Workshop, 7–11 March 2006, Guangdong, China (in press)
- Rimmer, M.A., Ponia, B. & Wani, J. (dans ce volume). Étude sur l'aquaculture en cage: l'Océanie.
- Rojas, A. & Wadsworth, S. (dans ce volume). Étude sur l'aquaculture en cage: l'Amérique latine et les Caraïbes.
- Schwarzenbach, R.P., Escher, B.I., Fenner, K., Hofstetter, T.B., Johnson, C.A., von Gunten, U. & Wehrli, B. 2006. The challenge of micropollutants in aquatic systems. *Science*, 313: 1072–1077.
- Soto, D., F. Jara & Moreno, C. 2001. Escaped salmon in the Chiloe and Aysen inner seas, southern Chile: facing ecological and social conflicts. *Ecological Applications*, 11(6): 1750–1762.
- Tacon, A.G.J. 2001. Increasing the contribution of aquaculture for food security and poverty alleviation. Dans R.P. Subasinghe, P. Bueno, M.J. Phillips, C. Hough & S.E. McGladdery (éds) *Aquaculture in the Third Millennium*, pp. 67–77. Technical Proceedings of the Conference on Aquaculture in the Third Millennium, Bangkok, Thailand, 20–25 Feb. 2000.
- Tacon, A.G.J. & Forster, I.P. 2003. Aquafeeds and the environment: policy implications. *Aquaculture*, 226(1–4): 181–189.
- Tacon, A.G.J., Phillips, M.J. & Barg, U.C. 1995. Aquaculture feeds and the environment: the Asian experience. *Water Science Technology* 31(10): 41–59.
- Tacon, A.G.J., Hasan, M.R. & Subasinghe, R.P. 2006. *Use of fishery resources as feed inputs to aquaculture development: trends and policy implications*. FAO Fisheries Circular No. 1018, Rome, FAO. 99 pp.
- Tan, Z., Komar, C. & W.J. Enright. 2006. Health management practices for cage aquaculture in Asia: A key component for sustainability. Dans *Book of Abstracts, 2nd International Symposium on Cage Aquaculture in Asia (CAA2), 3–8 July 2006, Hangzhou, China*, pp. 5–7. (Proc. - in press).
- Tilman, D., Cassman, K.G., Matson, P.A., Naylor, R. & Polasy, S. 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, 418: 671–677.
- Troell, M., Halling, C., Neori, A., Chopin, T., Buschmann, A.H., Kautsky, N. & Yarish, C. 2004. Integrated mariculture: asking the right questions. *Aquaculture*, 226: 69–90.
- Volpe, J., Benetti, D., Boehlert, G., Boesch, D., Davis, A., Dethier, M., Goldberg, R., Kent, M., Mahnken, C., Marra, J., Rensel, J., Sandifer, P., Stickney, R., Tacon, A. & Tyedmers, P. 2006. *Integrating aquacultural and ecological sciences for sustainable offshore aquaculture*. Paper presented at the Annual Meeting of the World Aquaculture Society, May 9–13 2006, Florence, Italy.
- Whitmarsh, D.J., Cook, E.J. & Black, K.D. 2006. Searching for sustainability in aquaculture: An investigation into the economic prospects for an integrated salmon-mussel production system. *Marine Policy* 30: 293–298.
- Xu, S., Zhang, H., Wen, S., Luo, K. & He, P. 2006. Integrating seaweeds into mariner fish cage culture systems: a key towards sustainability. In *Book of Abstracts, 2nd International Symposium on Cage Aquaculture in Asia (CAA2), 3–8 July 2006, Hangzhou, China*, p. 96. (Proceedings - in press).
- Xiao, C., Shaobo, C. & Shenyun, Y. 2006. Pollution of mariculture and recovery of the environment. In *Book of Abstracts, 2nd International Symposium on Cage Aquaculture in Asia (CAA2), 3–8 July 2006, Hangzhou, China*, p. 95. (Proceedings - in press).
- Yingjie, L. 2006. *The future of mariculture: a regional approach for responsible development of marine farming in the Asia-Pacific Region*. Paper presented for the FAO/NACA Regional Mariculture Workshop, 7–11 March 2006, Guangdong, China
- Yufeng, Y. & Xiugeng, F. 2006. Development of mariculture and bioremediation of seaweeds in Chinese coastal waters. Dans *Book of Abstracts, 2nd International Symposium on Cage Aquaculture in Asia (CAA2), 3–8 July 2006, Hangzhou, China*, p. 88. (Proceedings - in press).
- Zhou, Q.C., Mai, K.S., Tan, B.P. & Liu, Y.J. 2005. Partial replacement of fishmeal by soybean meal in diets for juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). *Aquaculture Nutrition* 11: 175–182.





Production issue de l'aquaculture en cage 2005

Les données ont été extraites des statistiques sur les pêches soumises à la FAO par les pays membres pour l'année 2005. Faute de données pour 2005, les données de 2004 ont été utilisées.



275 000 t
 220 000 t
 165 000 t
 110 000 t
 55 000 t
 100 t

 eau douce
 eau marine et saumâtre

Étude sur l'aquaculture
en cage: l'Asie
(à l'exclusion
de la Chine)

