

L'apport de la pisciculture à l'alimentation de l'homme

Sadasivam Kaushik

Inra
UR 1067, Nutrition, métabolisme
et aquaculture
Aquapôle
64310 Saint-Pée-sur-Nivelle,
France
<kaushik@st-pee.inra.fr>

Résumé

Sur le plan mondial, au cours des vingt dernières années, la production annuelle de poissons d'élevage est passée de moins de 9 millions de tonnes à près de 40 millions de tonnes. Pendant la même période, les captures de la pêche dans leur ensemble sont restées stables à environ 75 millions de tonnes. La pisciculture contribue ainsi à près de 50 % de l'apport de poisson à la consommation humaine : près de 8 kg/individu/an. Mais, sur le plan de l'apport nutritionnel dans l'alimentation de l'homme, la contribution des poissons reste très marginale, quel que soit le continent. Ainsi, les poissons représentent moins de 2 % de l'apport calorique moyen journalier de 2 880 cal/habitant. Quant à la couverture des besoins protéiques de l'homme (environ 23 kg/hab/an), si, dans certains pays, les poissons contribuent jusqu'à 50 % de l'apport protéique d'origine animale, en Europe, cette contribution n'est que de l'ordre de 7 %. Bien que la valeur nutritionnelle du poisson soit bien reconnue, sa contribution réelle à la couverture des besoins en acides gras longs polyinsaturés (EPA+DHA), qui est de l'ordre de 3 g/habitant/semaine, est également très faible. À l'horizon 2030, on estime que la demande serait de l'ordre de 165 millions de tonnes de produits d'origine aquatique par an, demande qui ne peut être couverte sans l'aquaculture. Pour le développement ou la diversification de la pisciculture, l'amélioration de l'efficacité de l'utilisation des ressources (génétiques, alimentaires, environnementales, humaines...) reste un enjeu majeur. Sur le plan national, voire européen, l'engagement des professionnels et l'interaction avec la recherche sont bien réels et le progrès accompli est considérable. Néanmoins, quantitativement, la pisciculture française ou européenne reste faible malgré un fort potentiel. Seule manque sans doute une volonté politique ?

Mots clés : alimentation humaine ; aquaculture ; pêches ; pisciculture ; protéine animale.

Thèmes : alimentation, consommation, nutrition ; pêche et aquaculture ; productions animales ; méthodes et outils.

Abstract

Contribution of fish farming to human nutrition

Farmed fish contributes to nearly 50% of the intake of seafood for human consumption : about 8 kg per capita per annum. Still, in terms of nutrient intake in the diet of humans, the contribution of aquacultural products remains relatively marginal, regardless of the continent. Hence, fish represent less than 2% in the daily average intake of 2,880 calories. As for meeting the annual protein needs of humans (about 23 kg per capita), in some countries, fish indeed contributes up to 50% of the protein of animal origin. In Europe, however, the contribution of aquacultural products is only 7%. Although the nutritional value of fish is well recognized, its actual contribution to supplying the needs in long polyunsaturated fatty acids (EPA + DHA, in the order of 3 g/week) is also very low. By 2030, it is estimated that the annual demands will be in the order of 165 million tons of fish, which can only be met by fish farming. For the development or diversification of fish farming, the improvement of the efficiency of utilisation of resources (genetic, dietary, environmental, human, etc.), remains a major challenge. At the national or the European levels, there is a real commitment of the fish farming sector with a close interaction with research, and the progress being made is remarkable. Although endowed with a huge

Tirés à part : S. Kaushik

doi: 10.1684/agr.2014.0679

Pour citer cet article : Kaushik S, 2014. L'apport de la pisciculture à l'alimentation de l'homme. *Cah Agric* 23 : 18-23. doi : 10.1684/agr.2014.0679

potential, quantitatively, the French and/or the European fish farming sector remains small. There is definitely a need for a strong political will to consolidate the sector.

Key words: animal protein; aquaculture; fisheries; human nutrition; resources.

Subjects: animal productions; fishing and aquaculture; food, consumption, nutrition; tools and methods.

Sur le plan mondial, la production de poissons a presque doublé en 10 ans, allant de 20 millions de tonnes en 2000 à 39 millions de tonnes en 2010. L'essentiel de cette pisciculture repose sur des poissons ayant un niveau trophique faible (figure 1). Compte tenu de la stagnation de la pêche, la pisciculture contribue à presque 50 % de l'apport de poisson pour la consommation humaine. Mais, sur le plan de l'apport nutritionnel dans l'alimentation de l'homme, la contribution des produits aquacoles (poissons, crustacés, plantes) reste assez marginale. Les pratiques piscicoles ont subi de grandes mutations avec des conséquences économiques, environnementales et sociales très variables. Sa contribution dans l'amélioration du statut nutritionnel des populations est

également variable selon les zones géographiques, mais la valeur nutritionnelle du poisson est bien reconnue. La pisciculture a un rôle important à jouer pour satisfaire la demande croissante en protéines d'origine animale. Le renforcement du secteur dépend du progrès réalisé dans l'efficacité de l'utilisation des ressources disponibles.

Les piscicultures sont en mutation

La pisciculture se distingue par une diversité des systèmes d'élevage, allant de la rizi-pisciculture asiatique aux élevages intensifs en circuits fermés, qui s'inscrivent tous aujourd'hui dans une perspective de développement

durable de l'aquaculture (FAO, 2012 ; FEAP, 2012). La production piscicole en rizières, qui existe en Asie depuis des siècles, contribue aussi bien à une amélioration de l'utilisation de l'apport azoté qu'à la diminution de l'emploi de pesticides ayant comme conséquence une meilleure valorisation de l'écosystème (Xie *et al.*, 2011). La production en circuits fermés permet de réduire la consommation d'eau et d'améliorer la gestion des déchets et le recyclage des nutriments, rendant la production intensive de poissons compatible avec le développement durable de l'aquaculture (Martins *et al.*, 2010). Dans ce même contexte du développement durable de l'aquaculture, on s'intéresse à l'amélioration des systèmes d'élevage avec de nouvelles approches comme les systèmes intégrés multitrophiques (s'inspirant souvent des polycultures existant en Asie) ou à l'intensification raisonnée et écologique. Or, la pisciculture traditionnelle en Asie subit elle-même des mutations avec une tendance vers une monoculture et une intensification importante, malgré de nombreuses interrogations (FAO et NACA, 2012) : perte de variabilité génétique, introduction d'espèces, baisse de la biodiversité, émergence de nouvelles maladies, détérioration des écosystèmes, qualité des aliments et la gestion de l'alimentation, etc. En effet, depuis la déclaration de Bangkok (NACA et FAO, 2000), on constate une augmentation nette de l'emploi d'aliments composés pour l'élevage de cyprinidés en Chine, Inde ou Bangladesh ou pour le poisson-chat au Vietnam. Sur les quelque 30 millions de tonnes d'aliments pour poissons, plus de 40 % sont consommés par les carpes. On reconnaît que l'augmentation de la production au cours des dix dernières années est due à l'intensification des élevages de poissons d'eau douce, l'utilisation des aliments composés et une orientation plus

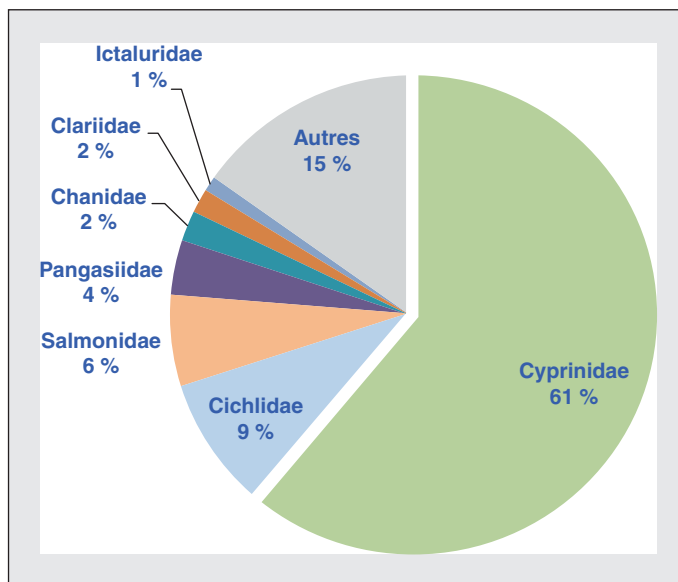


Figure 1. La majorité de la production piscicole repose sur des espèces à niveau trophique faible, les cyprinidés représentant plus de 60 % de la production recalculées

Figure 1. The majority of fish production relies on species from low trophic levels, with the cyprinids representing more than 60 % of production.

Source : FishstatJ, FAOSTAT (<http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx>).

importante vers des espèces ayant une valeur marchande élevée (de Silva et Hasan, 2007 ; Tacon *et al.*, 2010 ; Tacon *et al.*, 2011). Les effets bénéfiques d'une transition vers des aliments composés sont également rapportés pour les poissons marins (Hasan, 2012).

Outre la mutation des piscicultures traditionnelles en Asie, les élevages en cage en Europe (saumons en Norvège ou en Écosse, poissons marins en Méditerranée) ont eux aussi connu des évolutions importantes : cages de plus en plus grandes allant jusqu'à un diamètre de 160 m, contenant entre 1 000 et 5 000 tonnes par cage, nécessitant des innovations techniques dans la gestion du cheptel et de son alimentation. De nombreuses interrogations surgissent également : impacts environnementaux (Wilson *et al.*, 2009), incidences et impacts des échappements (Ford et Meyers, 2008 ; Thorstad *et al.*, 2008), emploi de substances médicamenteuses et chimiques (BurrIDGE *et al.*, 2010).

Contribution du poisson à l'apport alimentaire

Le débat actuel sur la transition alimentaire doit nous inciter aussi à nous interroger sur le rôle du poisson dans l'alimentation de l'homme. En équivalent poids vif, la consommation apparente de produits aquacoles (poissons, crustacés, plantes) dans le monde est assez importante, se situant à près de 19 kg/habitant/an, en 2011. Avec la stagnation de la pêche, la contribution relative de l'aquaculture a atteint un niveau élevé, de l'ordre de 50 % des produits aquacoles consommés (FAO, 2012). Il existe cependant une grande variabilité entre les différents continents et les différents produits animaux (*tableau 1*).

La contribution propre des poissons à l'apport alimentaire est passée de 5 kg/habitant/an à plus de 8 kg/habitant/an, au cours des dix dernières années. Dans l'Union européenne, la consommation de poisson d'élevage est de l'ordre de 1,5 million de tonnes équivalent poids vif, soit 20 kg de poissons/habitant/an. Au niveau français, la consommation de l'ensemble

Tableau 1. Consommation de différents aliments d'origine animale (kg/habitant/an).

Table 1. Consumption of food of animal origin (kg/habitant/year).

	Viande	Lait	Oeufs	Poisson
Moyenne mondiale	38	46	8	19
Minimum	3	2	0,2	0
Maximum	127	242	19	154
France	100	61	16	35

Source : Données recalculées d'après FAOSTAT (<http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx>).

des produits aquacoles se situe à près de 35 kg/habitant/an (Bourre et Paquette, 2008). Mais la production française de produits aquatiques (pêche et élevage) ne couvre qu'un tiers du besoin intérieur, qui est en augmentation constante.

Si l'on regarde cet apport de produits aquatiques en termes de nutriments spécifiques dans l'alimentation de l'homme, on constate aussi une grande variabilité entre les différents continents et entre les différents pays à l'intérieur des continents. Au niveau européen, on constate des évolutions importantes dans la contribution des productions animales à l'apport protéique total (Speedy, 2003 ; de Boer *et al.*, 2006). La consommation des produits aquatiques varie en Europe de 11 à 90 kg/habitant/an, selon le pays, contribuant pour environ 10 à 25 % de la consommation de protéines animales ou de 6 à 13 % (avec une moyenne de 7 %) de la consommation totale de protéines (*figure 2A*). Quant à l'apport lipidique dans l'alimentation de l'homme, la contribution des produits aquatiques reste très faible, inférieure à 2 % (*figure 2B*). Les produits aquatiques sont reconnus comme étant la source unique d'acides gras polyinsaturés à chaîne longue comme l'acide eicosapentaénoïque (EPA) et l'acide docosahexaénoïque (DHA). Les bienfaits de ces acides gras sont reconnus et les recommandations actuelles sont de l'ordre de 500 mg de EPA + DHA par habitant par jour (ISSFAL, 2004). Il existe des controverses quant à la capacité de bioconversion de l'acide alpha-linolénique en EPA et DHA, allant de 10 % (Gerster, 1998) à moins de 1 % (Burdge et Calder, 2005 ; Goyens *et al.*, 2006), qui suggèrent

fortement qu'un apport direct par consommation de poisson est nécessaire. Nonobstant ces controverses, on doit se poser les questions suivantes : i) la disponibilité des produits d'origine aquatique est-elle suffisante pour couvrir ces « besoins » en EPA et DHA ; ii) le développement de la pisciculture permettra-t-il d'apporter ces acides gras en quantités suffisantes alors qu'il existe de grandes variations dans les teneurs en ces acides gras des poissons que nous consommons (*figure 3*) ; et iii) pourrait-on maintenir la valeur nutritionnelle des produits piscicoles dans un contexte de diminution des apports en huile (et farines) de poisson dans les aliments destinés aux poissons d'élevage ?

Prise en compte des enjeux

Bien que plus de 300 espèces soient répertoriées comme étant élevées à travers le monde, moins de 25 espèces représentent plus de 90 % de cette production piscicole, 50 % de la production totale étant basée sur seulement 5 espèces. Il convient aussi de reconnaître que sur le plan mondial, l'essentiel de la pisciculture repose sur des poissons ayant un niveau trophique faible (dont les cyprinidés qui représentent plus de 60 % de la production). Au cours des dix dernières années, l'élevage d'espèces comme le *Pangasius* ou les *Tilapia* a aussi contribué à l'augmentation de la production et son impact sur le marché mondial des « produits de la mer » est très important. Au niveau européen, la

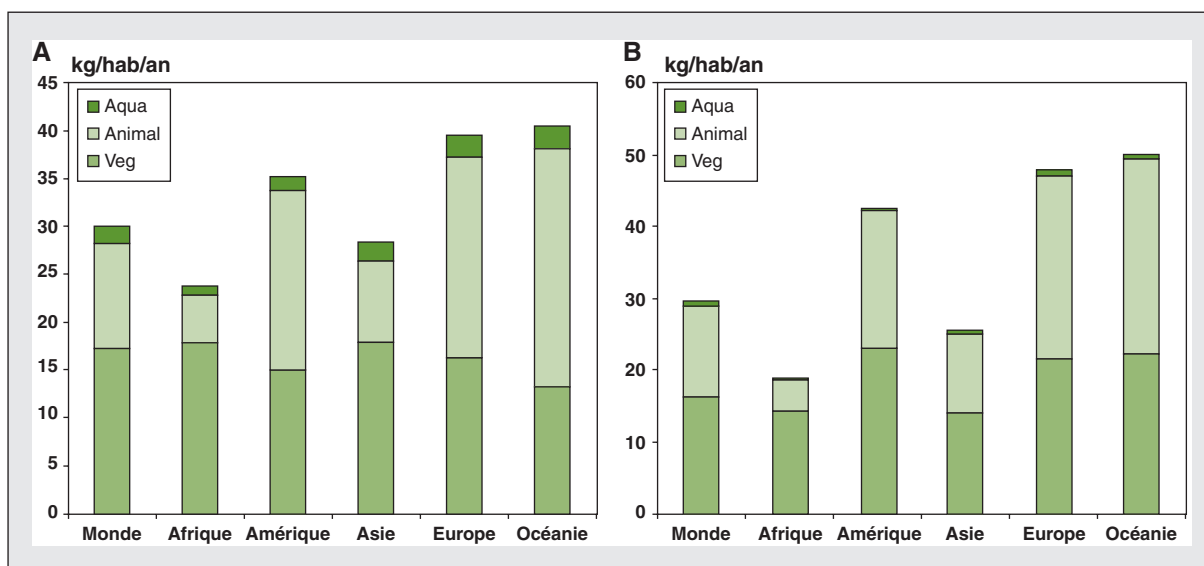


Figure 2. Apport protéique (A) et lipidique (B) provenant de différentes sources dans l'alimentation de l'homme dans différents continents (kg/habitant/an)

Figure 2. Per capita protein (A) and fat (B) supply from various sources in the food of man in different continents (kg per capita/year)

production de saumons et de poissons marins en Méditerranée a connu une augmentation alors que la production piscicole en eau douce restait stable. En revanche, on note une tendance à la production de poissons de grande taille et des produits orientés vers des marchés de niche, mais aussi de

quelques nouvelles espèces (FEAP, 2012). Les travaux entrepris dans le domaine de la domestication de nouvelles espèces par les équipes de recherche prennent bien en compte les différents aspects de la maîtrise du cycle complet : maîtrise de la reproduction, production de juvéniles de

qualité, amélioration de la croissance et du développement, amélioration de l'efficacité alimentaire et durabilité du système de production. Cependant, la contribution relative de ces nouvelles espèces à l'ensemble de la production piscicole reste faible. La pisciculture « bio », par exemple, reste encore une

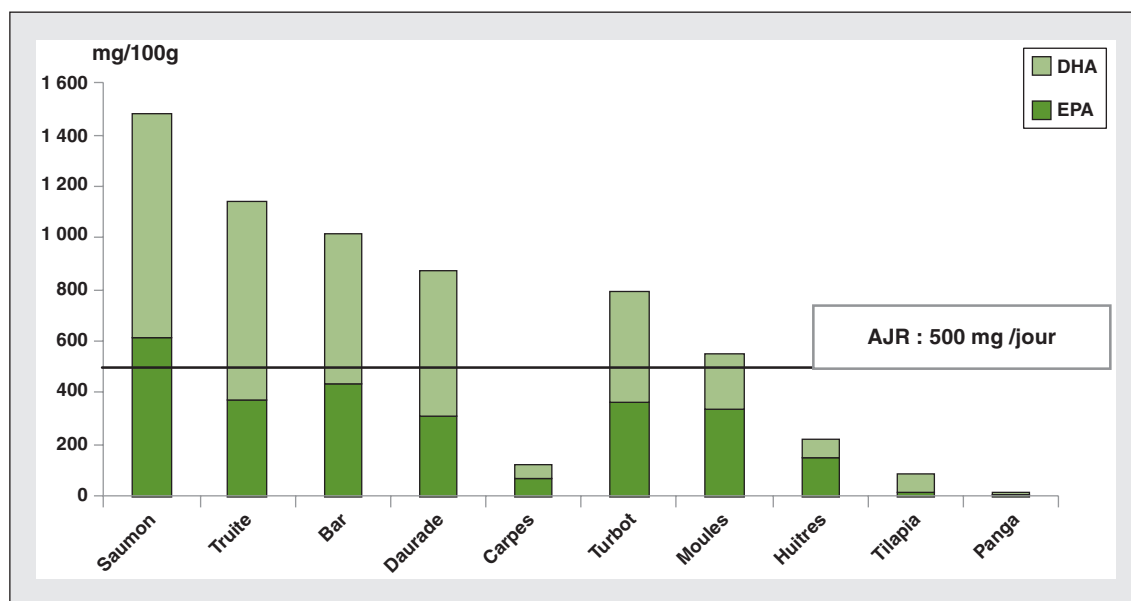


Figure 3. Teneurs en EPA (acide eicosapentaénoïque) et en DHA (acide docosahexaénoïque) dans divers produits aquacoles (valeurs en mg/100 g de produit consommé).

Figure 3. Levels of EPA (eicosapentanoic acid) and DHA (docosahexanoic acid) in different seafood products (values as mg/100 g of edible portion)

Source : <http://www.nutraqua.com> ; AJR : apport journalier recommandé.

« niche », représentant moins de 0,1 % de la production totale. Le nombre de piscicultures « bio » est plus important en Europe (147) qu'en Asie (54) ou en Amérique (4) avec moins de 60 000 tonnes de poissons au niveau mondial. L'homogénéisation des « normes » au niveau européen a sans doute contribué à ce développement en Europe plus qu'ailleurs.

La pisciculture a été confrontée à des questionnements d'ordre sociétal très divers : qualité des produits et valeurs relatives du poisson sauvage et du poisson d'élevage, sécurité alimentaire, compétition pour l'usage de l'eau, impacts environnementaux, empreinte carbone, domestication ou introduction de nouvelles espèces, bien-être animal ou emploi d'aliments riches en farines et huile de poisson. Les travaux de recherche menés par la communauté scientifique en relation étroite avec la profession ont su répondre à beaucoup de ces interrogations pour conforter le développement durable de la pisciculture. Le rapport entre quantité de poissons fourrage utilisée et quantité de poissons d'élevage produite suscite cependant encore des interrogations (Kaushik et Troell, 2010 ; Cury et Kaushik, 2012) bien qu'au cours de ces dix dernières années des programmes de recherche aient permis de réduire l'apport de farines ou d'huile de poisson en leur substituant des sources protéiques et lipidiques d'origine végétale (Corraze et Kaushik, 2009 ; Médale et Kaushik, 2009). De même, la réduction conjointe de ces deux ingrédients d'origine marine dans les aliments pour différentes espèces à travers le projet Aquamax¹ et l'application de ces résultats par la profession ont permis de diminuer le rapport FIFO (*Fish-in Fish out*). Le progrès réalisé dans le domaine de l'amélioration génétique des poissons est considérable, y compris dans le contexte de l'utilisation d'aliments à base d'ingrédients d'origine végétale, en remplacement de farines et huile de poisson. Ces travaux permettent de répondre au moins partiellement aux questions évoquées plus haut.

L'approche consistant à analyser le cycle de vie de la production piscicole

semble bien appropriée et les travaux réalisés (Papatryphon *et al.*, 2004 ; Boissy *et al.*, 2011) ont permis d'appréhender les impacts de tels changements sur l'environnement. En effet, au niveau de la pisciculture, l'aliment et l'eau contribuent le plus à l'empreinte carbone (Pelletier *et al.*, 2009). Pour mettre en action la notion du développement durable dans le domaine spécifique de l'aquaculture, des indicateurs génériques permettant d'analyser différents systèmes de production ont aussi été élaborés en France (Rey-Valette *et al.*, 2008) grâce à des actions concertées entre différents organismes de recherche. Plusieurs analyses prospectives sur la pisciculture française ont été réalisées au cours de ces dernières années (Clément, 2009) et différents scénarios possibles ont déjà été évoqués. On est également amené à répondre à de nouveaux défis, tels que les effets éventuels du changement climatique, le maintien de la biodiversité dans un contexte de développement de l'aquaculture, la compétition pour les ressources (eau, aliments, énergie) et l'efficacité de la pisciculture comparée à celle d'autres productions animales, notamment en termes d'efficacité protéique ou énergétique. En aquaculture, la question de la disponibilité et de l'utilisation de l'eau tant pour l'élevage lui-même que pour le volume total d'eau virtuelle nécessaire pour produire les poissons, reste posée.

Une volonté politique est nécessaire pour le développement de la pisciculture

Selon les projections, la production de la pêche et de l'aquaculture mondiales devrait atteindre environ 172 millions de tonnes d'ici dix ans, principalement grâce au développement de l'aquaculture. Selon ces projections, l'aquaculture permettra de maintenir le volume total des produits piscicoles au-dessus de la production de la viande bovine, porcine ou avicole (OECD et FAO, 2012). Mais, ce développement s'effectue essentiellement en Asie.

On doit reconnaître que la pisciculture française montre une certaine stagnation, malgré les progrès de la recherche, l'implication forte des professionnels de la pisciculture et la demande croissante des produits piscicoles. Même sur le plan européen, la demande existante est couverte par l'importation avec un déficit de l'ordre de 65 %. Sur le plan européen également, une démarche prospective a été initiée dont les résultats ont permis d'élaborer une vision stratégique pour le secteur (EATIP, 2012). Une volonté politique est certainement nécessaire tant au niveau national qu'au niveau européen pour concrétiser cette vision en termes d'actions permettant le développement de la pisciculture. ■

Références

- Boissy J, Aubin J, Drissi A, van der Werf HMG, Bell GJ, Kaushik SJ, 2011. Environmental impacts of plant-based salmonid diets at feed and farm scales. *Aquaculture* 321 : 61-70.
- Bourre JM, Paquette P, 2008. Contributions (in 2005) of marine and fresh water products (finfish and shellfish, seafood, wild and farmed) to the French dietary intakes of vitamins D and B12, selenium, iodine and docosahexaenoic acid : impact on public health. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 59 : 491-501.
- Burdge GC, Calder PC, 2005. Conversion of alpha-linolenic acid to longer-chain polyunsaturated fatty acids in human adults. *Reproduction Nutrition Development* 45 : 581-97.
- Burrige L, Weis JS, Cabello F, Pizarro J, Bostick K, 2010. Chemical use in salmon aquaculture : A review of current practices and possible environmental effects. *Aquaculture* 306 : 7-23.
- Clément O, 2009. La pisciculture en France en 2021. Retour sur un exercice de prospective. *Cahiers Agricultures* 18 : 97-9. doi: 10.1684/agr.2009.0306
- Cury P, Kaushik SJ, 2012. L'élevage sauvera-t-il les poissons ? *La Recherche* 466 : 99-101.
- de Boer J, Helms M, Aiking H, 2006. Protein consumption and sustainability : Diet diversity in EU-15. *Ecological Economics* 59 : 267-74.
- De Silva SS, Hasan MR, 2007. Feeds and fertilizers : the key to long-term sustainability of Asian aquaculture. In : Hasan MR, Hecht T, De Silva SS, Tacon AGJ, eds. *Study and analysis of feeds and fertilizers for sustainable aquaculture development*. FAO Fisheries Technical Paper, no. 497. Rome : FAO.
- Corraze G, Kaushik S, 2009. Alimentation lipidique et remplacement des huiles de poisson par des huiles végétales en aquaculture. *Cahiers Agricultures* 18 : 112-8. doi: 10.1684/agr.2009.0276
- EATIP, 2012. *The future of European aquaculture*. Bruxelles European Aquaculture Technology and Innovation Platform. www.eatip.eu.
- FAO, 2012. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2012*. Rome : FAO.

¹ <http://www.aquamaxip.eu>

- FAO; NACA, 2012. *Farming the waters for people and food*. Subasinghe RP, Arthur JR, Bartley DM, De Silva SS, Halwart M, Hishamunda N, *et al.*, eds. Proceedings of the Global Conference on Aquaculture 2010, Phuket, Thailand. Rome ; Bangkok : FAO ; NACA.
- Feap (Federation of European Aquaculture Producers), 2012. *Annual report 2012*. Bruxelles : FEAP.
- Ford JS, Myers RA, 2008. A global assessment of salmon aquaculture impacts on wild salmonids. *PLoS Biol* 6 : e33. doi: 10.1371/journal.pbio.0060033
- Gerster H, 1998. Can adults adequately convert alpha-linolenic acid (18 : 3n-3) to eicosapentaenoic acid (20 : 5n-3) and docosahexaenoic acid (22 : 6n-3)? *International Journal for Vitamin and Nutrition Research* 68 : 159-73.
- Goyens PL, Spilker ME, Zock PL, Katan MB, Mensink RP, 2006. Conversion of α -linolenic acid in humans is influenced by the absolute amounts of α -linolenic acid and linoleic acid in the diet and not by their ratio. *The American Journal of Clinical Nutrition* 84 : 44-53.
- Hasan MR, 2012. *Transition from low-value fish to compound feeds in marine cage farming in Asia*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, no. 573. Rome : FAO.
- ISSFAL, 2004. *Report of the sub-committee on Recommendations for dietary intake of polyunsaturated fatty acids in healthy adults*. Brighton (UK) : International Society for the Study of Fatty Acids and Lipids.
- Kaushik SJ, Troell M, 2010. Taking the Fish-In Fish-out ratio a step further. *Aquaculture Europe* 35 : 15-7.
- Martins CIM, Eding EH, Verdegem MCJ, Heinsbroek LTN, Schneider O, Blancheton JP, *et al.*, 2010. New developments in recirculating aquaculture systems in Europe : A perspective on environmental sustainability. *Aquacultural Engineering* 43 : 83-93.
- Médale F, Kaushik S, 2009. Les sources protéiques dans les aliments pour les poissons d'élevage. *Cahiers Agricultures* 18 : 103-11. doi: 10.1684/agr.2009.0279
- NACA; FAO, 2000. Aquaculture development beyond 2000: The Bangkok Declaration and Strategy. Conference on Aquaculture Development in the Third Millennium. 20-25 February 2000, Bangkok, Thailand.
- OECD-FAO, 2012. *Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO, 2012*. Paris : OECD Publishing. doi: 10.1787/agr_outlook-2012-fr
- Papatryphon E, Petit J, Kaushik SJ, van der Werf HMG, 2004. Environmental impact assessment of salmonid feeds using Life Cycle Assessment (LCA). *Ambio* 33 : 316-23.
- Pelletier N, Tyedmers P, Sonesson U, Scholz A, Ziegler F, Flysjo A, *et al.*, 2009. Not all salmon are created equal : Life cycle assessment (LCA) of global salmon farming systems. *Environmental Science & Technology* 43 : 8730-6.
- Rey-Valette H, Clément O, Aubin J, Mathé S, Chia E, Legendre M, *et al.*, 2008. *Guide de co-construction d'indicateurs de développement durable en aquaculture*. Montpellier : Cirad.
- Speedy AW, 2003. Global production and consumption of animal source foods. *Journal of Nutrition* 133 : 4048S-53.
- Tacon AGJ, Hasan MR, Allan G, El-Sayed AFM, Jackson A, Kaushik SJ, *et al.*, 2010. *Aquaculture feeds : addressing the long term sustainability of the sector*. Global Conference in Aquaculture, 22-25 September 2010, Phuket, Thailand.
- Tacon AGJ, Hasan MR, Metian M, 2011. *Demand and supply of feed ingredients for farmed fish and crustaceans : trends and prospects*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, no. 564. Rome : FAO.
- Thorstad EB, Fleming IA, McGinnity P, Soto D, Wennervik V, Whoriskey F, 2008. *Incidence and impacts of escaped farmed Atlantic salmon Salmo salar in nature*. NINA Special Report 36. <http://www.fao.org/docrep/016/aj272e/aj272e00.pdf>.
- Wilson A, Magill S, Black KD, 2009. *Review of environmental impact assessment and monitoring in salmon aquaculture*. In : Environmental impact assessment and monitoring in aquaculture. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical paper, no 527*. Rome : FAO.
- Xie J, Hu L, Tang J, Wu X, Li N, Yuan Y, *et al.*, 2011. Ecological mechanisms underlying the sustainability of the agricultural heritage rice-fish coculture system. *Proceedings of the National Academy of Science USA* 108 : E1381-7.