

## Chapitre 2 : Les microalgues, une voie d'avenir pour l'alimentation aquacole ?

Par C. Przybyla-Ifremer, J.P. Cadoret-Greensea et P. Calleja-Fermental<sup>12</sup>

Les microalgues sont des organismes unicellulaires aquatiques microscopiques ayant une taille comprise entre 0.2  $\mu\text{m}$  et 500  $\mu\text{m}$ . Elles constituent le maillon entre l'apparition de la vie sous forme de bactéries procaryotiques (sans noyau), voilà environ 3,8 milliards d'années et l'explosion exacerbée des formes de vies terrestres apparues 1,8 milliards d'années plus tard. Aujourd'hui, certaines d'entre elles ont conservé cette filiation avec les bactéries, ce sont les cyanobactéries et elles partagent leur milieu avec d'autres microalgues de type eucaryotes (avec noyau). Ces cellules végétales flottantes constituent le phytoplancton dont l'association avec le zooplancton forme l'ensemble de la population planctonique. Il est important aussi de rappeler que plus de la moitié de l'oxygène présent dans la troposphère a été produite par des microalgues marines alors que l'humanité n'existait pas encore. La forme moderne de la vie entretient des mécanismes biologiques hérités du temps où les microalgues étaient dominantes sur la planète. Le fonctionnement physiologique de l'ensemble des organismes vivants, qu'ils soient sous la forme végétale ou terrestre, est fortement impacté par l'héritage des principes de fonctionnement de l'algue (Quinton, 1912).

### Etat de la production

La majeure partie de la production algale dans le monde est représentée par les macroalgues (R. Pierre réf dans guide). On peut noter l'écart important entre les abondantes productions de macroalgues et les volumes de microalgues. Cette différence est essentiellement due à la difficulté de cultiver en masse et de récolter ces microorganismes. La courbe de croissance de la production mondiale des microalgues suit une ascension exponentielle dépassant les 10 000 tonnes de matière sèche en 2011, dont environ 75 % sont produites en eau douce.

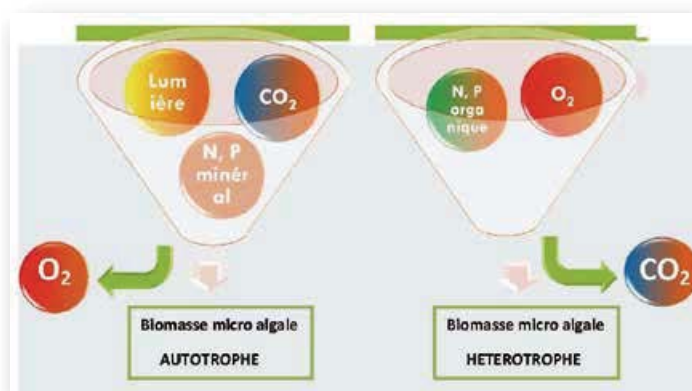
La valeur marchande globale de la production de microalgues représente plus de 5 milliards de dollars US. De nombreuses sociétés sont référencées dans le domaine des microalgues à l'échelle mondiale sur l'ensemble des continents. Un tiers d'entre elles produisent essentiellement les trois espèces dominantes : la spiruline (*Arthrospira platensis*, en eau douce, 50 % de la production mondiale), la chlorelle (*Chlorella*, en eau douce) et *Dunaliella* (espèce marine). Le continent asiatique, accueillant des civilisations ancestralement tournées vers les produits de la mer, est le premier producteur de microalgues au monde, et représente environ 50% de la production mondiale. Les autres principaux pays producteurs sont les USA, le Chili, Israël, l'Australie. En Europe, l'Allemagne, les Pays-Bas, l'Espagne, le Portugal ainsi que la France sont des acteurs importants de la filière. Les espèces les plus culti-

12 Cyrille Przybyla<sup>1</sup>, Jean Paul Cadoret<sup>2</sup>, Pierre Calleja<sup>3</sup> 1. IFREMER Palavas – Unité Mixte de Recherche 9190 Marbec 2. GREENSEA – Mèze 3. FERMENTALG - Libourne.

vées en Europe sont par ordre décroissant : la spiruline, la chlorelle, *Dunaliella*, *Haematococcus*, *Nannochloropsis* et *Ondotella*. Le marché actuel mondial de la microalgue utilisée en tant qu'additif alimentaire, cosmétique ou santé se situe actuellement autour de 4 milliards de dollars US. La microalgue se négocie vivante, en poudre ou en extrait selon son usage (santé humaine, cosmétique, additifs). Le degré de raffinement ainsi que son mode de culture impacte directement le prix de vente. Le marché mondial actuel de la microalgue propose des produits variés entre 30€/kg et 900€/kg.

### Les modes de productions

Le temps de reproduction des microalgues s'exprime en quelques dizaines d'heures. Trois grands principes de production permettent de cultiver les microalgues : la culture par autotrophie, par hétérotrophie (figure 5) et par mixotrophie (Cadoret, 2014). Ces trois modes de production (Encart Modes de culture des microalgues, C. Przybyla) diffèrent essentiellement par le mode d'apport de nutriments et d'énergie aux cultures de microalgues.



**Figure 5 :**  
Comparaison des principes de production en système autotrophe et hétérotrophe (Y.Lerat, CEVA 2013\*).

### Potentialités

Les microalgues sont une source prometteuse de biomasse pour des applications aussi variées que l'extraction de molécules, l'alimentation animale et humaine, la production énergétique ou la décontamination environnementale (ADEME, 2014). La production mondiale est en forte progression pour des applications variées, dont certaines très nouvelles comme les énergies nouvelles, le biofuel (Odlare *et al.*, 2011 ; Sun *et al.*, 2011), les bio polymères, ou la médecine humaine notamment pour ses atouts antioxydants (Dartsch, 2008).

L'introduction dans l'alimentation animale concerne déjà plusieurs cibles de productions terrestres : pour la coloration des jaunes d'œufs de poules (Sarma *et al.*, 2008) ou la supplémentation pour des ruminants (Boeckeaert *et al.*, 2008 ; Skrede *et al.*, 2011).

### Composition biochimique

Les microalgues présentent une très grande diversité de molécules originales au sein de leurs cellules. Cette biomasse se caractérise par sa richesse en lipides, en protéines, en vitamines et en antioxydants. Tous ces composés sont rarement en même temps en forte concentrations dans les souches algales. Ce qui veut dire que l'intérêt d'utiliser une souche particulière pour l'alimentation aquacole sera lié à sa caractéristique dominante et à l'effet escompté dans la formulation. Le contenu élevé en protéines, peptides et acides aminés de plusieurs espèces de microalgues (entre 12 et 65 % de matière sèche) est une des principales raisons pour les considérer comme une source non conventionnelle de protéines dans l'alimentation humaine et animale (pisciculture). Toutefois, les protéines étant aujourd'hui globalement plus disponibles et moins chères sur les marchés de sources de matières premières terrestres, les microalgues vont donc représenter essentiellement un intérêt pour leurs apports qualitatifs et quantitatifs en lipides essentiels. Pouvant accumuler jusqu'à plus de 50 % de leur poids sec en acides gras, le contenu lipidique des microalgues est essentiellement composé de triglycérides, de phospholipides, de glycolipides d'acides gras saturés et d'acide gras polyinsaturés (AGPI) comme les oméga-3, acide alpha linoléique (ALA), acide eicosapentaénoïque (EPA), acide docosahexaénoïque (DHA), ou les oméga-6 dont l'acide arachidonique (ARA). La majorité de ces éléments est essentielle à la fois pour la croissance du poisson mais aussi pour l'équilibre nutritionnel de l'homme. Le taux de lipides de la souche est un indicateur important toutefois, un faible pourcentage de lipides peut offrir un fort taux d'AGPI avec majoritairement du DHA qui est l'un composé essentiel pour le bon développement du poisson. L'étude approfondie du profil biochimique de la souche est donc nécessaire pour déterminer son apport potentiel dans une formulation d'aliment pour poissons.

L'autre atout biochimique de la source micro algale est la présence quantitative et qualitative de vitamines essentielles : B1, B6, B12, C, E, K1, associées à un large panel de pigments, (caroténoïdes, phycoérythrine, phycocyanine et astaxanthine) fluorescents ou non, pouvant aussi avoir un rôle de coloration (Choubert *et al.*, 2006) ou d'antioxydants alimentaires.

### La microalgue et l'aquaculture.

La microalgue marine une actrice « star » de l'aquaculture.

La microalgue sous sa forme vivante participe à l'expansion de l'aquaculture, principalement dans l'alimentation de coquillages en écloserie d'huîtres ou de moules. Une culture monosouche est généralement utilisée pour des questions pratiques mais des essais montrent qu'un mélange de souches a des effets positifs sur les performances de croissance et la stimulation immunitaire du coquillage (Pronker *et al.*, 2008). Elle est aussi utilisée dans la production de zooplancton (rotifères, copé-

podés). En effet, la petite taille de l'algue, sa flottabilité ainsi que sa composition biochimique sont particulièrement adaptés aux besoins nutritionnels du zooplancton, lui-même élevé pour ses qualités de proies mobiles et vivantes dans les premiers stades larvaires du poisson (Seixas *et al.*, 2009). Dans la phase pionnière de la pisciculture, une technique aquacole dite en « eau verte » a été appliquée en maintenant dans un système clos une chaîne trophique basée sur un équilibre entre les populations bactériennes, phytoplanctoniques, zooplanctoniques et une biomasse de poissons ou de crevettes (Muller-Feuga, 2000 ; Papandroulakis *et al.*, 2002).

La technologie des micro particules d'aliments formulés pour les stades larvaires précoces de poissons contribue à réduire l'usage d'algues vivantes en aquaculture (Stanley and Jones, 1976). La production de microalgues reste toutefois un maillon vital de la chaîne alimentaire pour la production de proies vivantes en pisciculture (Cahu *et al.*, 1998 ; Coutinho *et al.*, 2006 ; Seychelles *et al.*, 2009) et en crevetticulture (Sivakumar *et al.*, 2011).

#### Pourquoi de tels espoirs sur l'usage des microalgues comme alternative aux huiles de poissons?

La capacité de synthèse de l'EPA en DHA est faible, mais néanmoins existante chez les salmonidés comme la truite. Elle permet au poisson de survivre, grandir et se reproduire. Chez les poissons marins comme le bar et la daurade, les capacités de biosynthèse des AGPI tels que les w3 sont quasi-inexistantes. La substitution des huiles de poisson par des huiles végétales terrestres posent un problème (cf. Partie I, C. Burel dans ce guide). La culture de la microalgue marine pourrait être une alternative prometteuse aux huiles de poissons et une source potentielle d'apport en acides gras w3.

#### Une recherche scientifique qui s'accélère ses dernières années...

L'idée d'incorporer des microalgues dans des aliments formulés en aquaculture date d'une trentaine d'années (Meske and Pfeffer, 1977). Cette application s'inscrit dans la démarche urgente de trouver de nouveaux gisements de protéines et de lipides marins pouvant se substituer aux classiques huiles et farines de poissons issus de la pêche minotière (Peron *et al.*, 2010). Mais à l'inverse des productions végétales terrestres, la filière des microalgues propose des volumes plus réduits à des coûts beaucoup plus élevés. Pour la microalgue nichée dans les secteurs des fortes valeurs ajoutées, la production de masse est un objectif. Dans un premier temps, les essais de formulations de granulés pour poisson ont évalué la potentialité de la spiruline (Palmegiano *et al.*, 2005 ; Stanley and Jones, 1976) dont le marché et la production étaient déjà bien installés dans le secteur du supplément alimentaire chez l'homme.

#### ... et aujourd'hui ?

La littérature décrivant l'incorporation des microalgues marines dans l'aliment des poissons d'aquaculture est peu abondante. Les durées d'alimentations expérimentales sont toutes inférieures à 5 mois (Kiron *et al.*, 2012), et concernent généralement de petits poissons au stade juvénile. Les sources microalgales utilisées sont principalement mono souches et cultivées en bioréacteur clos avec comme principe l'autotrophie photosynthétique ou la fermentation. Les tests expérimentaux ont permis d'évaluer des niveaux d'incorporation situés entre 4 % et 100 % avec des

souches d'algues marines telles que la *Nannochloropsis*.sp (Cerezuela *et al.*, 2012 ; Walker and Berlinsky, 2011), *Cryptocodinium* sp. une dinoflagellée reconnue pour ses fortes capacités à produire du DHA (Atalah *et al.*, 2007), *Schizochytrium* sp. hétérotrophe riche en EPA et DHA (Ganuza *et al.*, 2008), ou encore *Tetraselmis* sp. (Cerezuela *et al.*, 2012; Kiron *et al.*, 2012; Tulli *et al.*, 2012).

#### Sous quelle forme utiliser la microalgue ?

Plusieurs formes de valorisations sont envisagées dont la plus simple est l'usage direct de la cellule dans son intégralité sous forme de farine brute d'algue sèche incorporée dans le mélange de différentes matières premières destinées à la fabrication de granulés. Ce choix de substitution massive peut être appréhendé lorsque le ratio entre la concentration de protéines et lipides de l'algue est proche du ratio du besoin nutritionnel de l'espèce de poisson considérée. L'autre option est d'utiliser la bioraffinerie afin d'extraire soit des protéines, soit des lipides. Cette technologie, constitue une étape complémentaire ayant un impact sur le coût de production. Mais l'avantage de ce procédé est qu'il inclut potentiellement des souches microalgales candidates très riches soit en protéines, soit en lipides. Ces deux méthodes permettent la valorisation des divers phylums et systèmes de cultures pour des approches nutritionnelles spécifiques.

L'intérêt de l'usage de microalgues en alimentation aquacole peut être aussi envisagé sous la forme d'un additif (quelques pourcents de la formule) destiné à apporter un complément nutritionnel tels que des pigments (Choubert *et al.*, 2006), ou des vitamines (Brown *et al.*, 1999).

Diverses études scientifiques d'utilisation des microalgues en alimentation aquacole sont détaillées (voir encart 2, C. Przybyla). Si certains résultats sont prometteurs, beaucoup de recherches doivent encore être conduites pour mieux cerner les préconisations.

#### Défis et perspectives

Les sources d'énergie renouvelables sont pressenties comme une alternative aux combustibles fossiles. L'une de ces nouvelles sources est la microalgue dont on peut penser qu'elle pourra fournir une énergie motrice (biofuel) avant la fin du siècle en cours (Montagne *et al.*, 2013). Dans ce contexte, une industrie de production de masse destinée à l'extraction du triglycéride d'intérêt pour la fabrication d'un carburant de nouvelle génération produirait une quantité phénoménale de coproduits sous forme de cellules algales contenant encore une partie des lipides et des protéines. Si le procédé d'extraction le permet, cette biomasse pourrait être valorisée sur une échelle secondaire (à moindre coût) pour plusieurs applications dont l'alimentation animale.

Les principaux obstacles à la production commerciale de microalgues comme matière première pour l'alimentation aquacole sont la production de masse et une récolte rentable. Le problème de l'énergie et la pénurie d'eau sont devenus des facteurs clés restrictifs pour le développement économique mondial. La source algale en raison de son caractère renouvelable, générant de faible pollution est considérée comme une candidate à fort potentiel pour atténuer l'empreinte anthropique tout en rendant des services éco systémiques.

Des projets sont en cours afin d'évaluer l'intégration de productions de masse de microalgues à l'activité industrielle ou urbaine. Le projet Vasco dans le sud de la France va tester la bio remédiation de divers profils de fumées industrielles par des cultures autotrophes en milieu ouvert. Ces rejets gazeux, qui contribuent à l'augmentation des gaz à effets de serre contiennent plus de 80 % de composés assimilables par une culture d'algue (vapeur d'eau, CO<sub>2</sub>, NOx, SOx). D'autres projets sont intégrés en aval d'exploitations aquacoles de poissons (ou crevettes), ou concernent les effluents liquides de centrale d'épuration urbaine dont le flux de nutriments dissous constitue un apport de fertilisants à moindre coût pour des cultures d'algues.

Le modèle économique de la production d'algues ne permet pas, à ce jour, de concurrencer les farines et huiles de poissons, ainsi que les produits issus de l'agriculture terrestre. Le prix de ces derniers est très nettement inférieur au marché des microalgues. Toutefois, la pression sur les ressources de pêche, l'augmentation croissante de la demande en produits de la mer et du coût de l'énergie, ainsi que la prise de conscience des gouvernements de l'intérêt d'une activité humaine intégrée à une vision écologique sont autant d'arguments qui plaident en faveur d'un usage multiple de la microalgue dans l'alimentation. Les acteurs économiques de la filière ainsi que les scientifiques travaillent ensemble pour faire émerger une nouvelle forme d'agriculture. Après avoir fortement contribué à l'apparition de la vie terrestre, ces petites cellules aquatiques pourraient jouer une fois de plus un rôle prépondérant dans les grands défis de l'humanité.

## Références

- ADEME, 2014. *Evaluation du gisement potentiel de ressources algales pour l'énergie et la chimie en France à horizon 2030*. Rapport 110 pp. <http://www.ademe.fr/evaluation-gisement-potentiel-ressources-algales-lenergie-chimie-france-a-horizon-2030>
- Atalah, E., Cruz, C.M.H., Izquierdo, M.S., Rosenlund, G., Caballero, M.J., Valencia, A. & L. Robaina, 2007. Two microalgae *Cryptocodinium cohnii* and *Phaeodactylum tricornutum* as alternative source of essential fatty acids in starter feeds for seabream (*Sparus aurata*). *Aquaculture*, 270, 178-185.
- Austin, B., Baudet, E. & M. Stobie, 1992. Inhibition of bacterial fish pathogen by *Tetrastelmis-suecica*. *J. Fish Dis.*, 15, 55-61.
- Boeckaert, C., Vlaeminck, B., Dijkstra, J., Issa-Zacharia, A., Van Nespen, T., Van Straalen, W. & V. Fievez, 2008. Effect of Dietary Starch or Micro Algae Supplementation on Rumen Fermentation and Milk Fatty Acid Composition of Dairy Cows. *J. Dairy Sci.*, 91, 4714-4727.
- Brown, M.R., Mular, M., Miller, I., Farmer, C. & C. Trenerry, 1999. The vitamin content of microalgae used in aquaculture. *J. Appl. Phycol.*, 11, 247-255.

- Cadoret, J.P., Bougaran, G., Bérard, J.B., Charrier, A., Coulombier, N., Garnier, M., Kaas, R., Le Déan, L., Lukomska, E., Nicolau, E., Rouxel, C., Saint-Jean, B. & N. Schreiber, 2014. Microalgues et biotechnologie : Valorisation et Économie Des Ressources Marines ; André Monaco et Patrick Prouzet, *Mer et Océan*, pp. 65-112
- Cahu, C.L., Infante, J.L.Z., Peres, A., Quazuguel, P. & M.M. Le Gall, 1998. Algal addition in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae rearing: effect on digestive enzymes. *Aquaculture*, 161, 479-489.
- Cerezuela, R., Antonio Guardiola, F., Meseguer, J. & M. Angeles Esteban, 2012. Enrichment of gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) diet with microalgae: effects on the immune system. *Fish Physiol. Biochem.*, 38, 1729-1739.
- Choubert, G., Mendes-Pinto, M.M. & R. Morais, 2006. Pigmenting efficacy of astaxanthin fed to rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*: Effect of dietary astaxanthin and lipid sources. *Aquaculture*, 257, 429-436.
- Coutinho, P., Rema, P., Otero, A., Pereira, O. & J. Fabregas, 2006. Use of biomass of the marine microalga *Isochrysis galbana* in the nutrition of goldfish (*Carassius auratus*) larvae as source of protein and vitamins. *Aquac. Res.*, 37, 793-798.
- Dallaire, V., Lessard, P., Vandenberg, G. & J. de la Noue, 2007. Effect of algal incorporation on growth, survival and carcass composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fry. *Bioresour. Technol.*, 98.
- Dartsch, P.C., 2008. Antioxidant potential of selected *Spirulina platensis* preparations. *Phytother. Res.*, 22, 627-633.
- Dhanasiri, A.K.S., Brunvold, L., Brinchmann, M.F., Korsnes, K., Bergh, O. & V. Kiron, 2011. Changes in the Intestinal Microbiota of Wild Atlantic cod *Gadus morhua* L. Upon Captive Rearing. *Microb. Ecol.*, 61, 20-30.
- Ganuzza, E., Benitez-Santana, T., Atalah, E., Vega-Orellana, O., Ganga, R. & M.S. Izquierdo, 2008. *Cryptocodinium cohnii* and *Schizochytrium* sp as potential substitutes to fisheries-derived oils from seabream (*Sparus aurata*) microdiets. *Aquaculture*, 277, 109-116.
- Hemaiswarya, S., Raja, R., Kumar, R.R., Ganesan, V. & C. Anbazhagan, 2011. Microalgae: a sustainable feed source for aquaculture. *World J. Microbiol. Biotechnol.*, 27, 1737-1746.
- Kiron, V., Phromkunthong, W., Huntley, M., Archibald, I. & G. De Scheemaker, 2012. Marine microalgae from biorefinery as a potential feed protein source for Atlantic salmon, common carp and whiteleg shrimp. *Aquac. Nutr.*, 18, 521-531.
- Lerat, Y., Sassi, J.F. & G. Attia, 2013. *Action micro-algues en région Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA)* - Etude technico-économique CEVA - CEA-TECH - ID-AQUACULTURE pour les Pôles de Compétitivité TRIMATEC et Mer Méditerranée, décembre 2013, 159 pp.

- Makridis, P., Libeiro, L., Rocha, R. & M.T. Dinis, 2010. Influence of Microalgae Supernatant, and Bacteria Isolated from Microalgae Cultures, on Microbiology, and Digestive Capacity of Larval Gilthead Seabream, *Sparus aurata*, and Senegalese Sole, *Solea senegalensis*. *J. World Aquacult. Soc.*, 41, 780-790.
- Meske, C. & E. Pfeffer, 1977. Micro algae, yeast or casein as components of fish-meal free dry feed for carp *Zeitschrift Fur Tierphysiologie Tierernahrung Und Futtermittelkunde. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 38.
- Montagne, X., Porot, P., Aymard, C., Querleu, C., Bouter, A., Lorne, D., Cadoret, J.-P., Lombaert-Valot, I. & O. Petillon, 2013. Algroup: Towards a Shared Vision of the Possible Deployment of Algae to Biofuels. *Oil & Gas Science and Technology- Revue, Ifp Energies Nouvelles*. 68, 875-898.
- Muller-Feuga, A., 2000. The role of microalgae in aquaculture: situation and trends. *J. Appl. Phycol.*, 12.
- Odlare, M., Nehrenheim, E., Ribe, V., Thorin, E., Gavare, M. & M. Grube, 2011. Cultivation of algae with indigenous species - Potentials for regional biofuel production. *Applied Energy*. 88, 3280-3285.
- Palmelegiano, G.B., Gai, F., Gasco, L., Lembo, G., Spedicato, M.T., Trotta, P. & I. Zoccarato, 2009. Partial replacement of fish meal by T-Iso in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) juveniles diets. *Ital. J. Anim. Sci.*, 8, 869-871.
- Palmelegiano, G.B., Agradi, E., Forneris, G., Gai, F., Gasco, L., Rigamonti, E., Sicuro, B. & I. Zoccarato, 2005. Spirulina as a nutrient source in diets for growing sturgeon (*Acipenser baeri*). *Aquac. Res.*, 36, 188-195.
- Papandroulakis, N., Divanach, P. & M. Kentouri, 2002. Enhanced biological performance of intensive sea bream (*Sparus aurata*) larviculture in the presence of phytoplankton with long photophase. *Aquaculture*, 204.
- Patterson, D. & D.M. Gatlin, 2013. Evaluation of whole and lipid-extracted algae meals in the diets of juvenile red drum (*Sciaenops ocellatus*). *Aquaculture*, 416, 92-98.
- Peron, G., Mittaine, J.F. & B. Le Gallic, 2010. Where do fishmeal and fish oil products come from? An analysis of the conversion ratios in the global fishmeal industry. *Marine Policy*, 34, 815-820.
- Pronker, A.E., Nevejan, N.M., Peene, F., Geijssen, P. & P. Sorgeloos, 2008. Hatchery broodstock conditioning of the blue mussel *Mytilus edulis* (Linnaeus 1758). Part I. Impact of different micro-algae mixtures on broodstock performance. *Aquac. Int.*, 16, 297-307.
- Przybyla C., Fievet, J., Callier, M. & J.P. Blancheton, 2014. Effect of dietary water content on European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) growth and disease resistance. *Aquat. Living Resour.* <https://doi.org/10.1051/alr/2014007>
- Quinton, R., 1912. *L'eau de mer, milieu organique*. Masson et Cie. Editeurs, Paris.



- Rodriguez, C., Perez, J.A., Badia, P., Izquierdo, M.S., Fernandez-Palacios, H. & A.L. Hernandez, 1998. The n-3 highly unsaturated fatty acids requirements of gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) larvae when using an appropriate DHA/EPA ratio in the diet. *Aquaculture*, 169, 9-23.
- Sarma, A.P., Petar, P. & S.D.S. Murthy, 2008. Spirulina as a Source of Single Cell Protein. *Vegetos*, 21, 35-45.
- Seixas, P., Coutinho, P., Ferreira, M. & A. Otero, 2009. Nutritional value of the cryptophyte *Rhodomonas lens* for *Artemia* sp. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 381, 1-9.
- Seychelles, L.H., Audet, C., Tremblay, R., Fournier, R. & F. Pernet, 2009. Essential fatty acid enrichment of cultured rotifers (*Brachionus plicatilis*, Muller) using frozen-concentrated microalgae. *Aquac. Nutr.*, 15, 431-439.
- Sivakumar, N., Sundararaman, M. & G. Selvakumar, 2011. Efficacy of micro algae and cyanobacteria as a live feed for juveniles of shrimp *Penaeus monodon*. *Afr. J. Biotechnol.*, 10.
- Skrede, A., Mydland, L.T., Ahlstrom, O., Reitan, K.I., Gislerod, H.R. & M. Overland, 2011. Evaluation of microalgae as sources of digestible nutrients for monogastric animals. *J. Anim. Feed Sci.*, 20, 131-142.
- Stanley, J.G. & J.B. Jones, 1976. Feeding algae to fish. *Aquaculture*, 7, 219-223.
- Sun, A., Davis, R., Starbuck, M., Ben-Amotz, A., Pate, R., Pienkos, P.T., 2011. Comparative cost analysis of algal oil production for biofuels. *Energy*, 36, 5169-5179.
- Tulli, F., Zittelli, G.C., Giorgi, G., Poli, B.M., Tibaldi, E. & M.R. Tredici, 2012. Effect of the Inclusion of Dried *Tetraselmis suecica* on Growth, Feed Utilization, and Fillet Composition of European Sea Bass Juveniles Fed Organic Diets. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 21, 188-197.
- Walker, A.B. & D.L. Berlinsky, 2011. Effects of Partial Replacement of Fish Meal Protein by Microalgae on Growth, Feed Intake, and Body Composition of Atlantic Cod. *N. Am. J. Aquac.*, 73, 76-83.
- Welsh, D.T., Viaroli, P., Hamilton, W.D. & T.M. Lenton, 1999. Is DMSP synthesis in chlorophycean macro-algae linked to aerial dispersal? *Ethol. Ecol. Evol.*, 11, 265-278.