

Les algues unicellulaires en aquaculture expérimentale

par Marcel LE PENNEC (*)

INTRODUCTION.

La nécessité croissante de trouver de nouvelles sources de nourriture pour l'homme a fait de l'aquaculture expérimentale une des grandes questions de la biologie contemporaine.

A la fin du XIX^e siècle, l'aquaculture expérimentale était déjà un des sujets préoccupants des Scientifiques. L'élevage de nombreux animaux marins fut entrepris au laboratoire, mais le problème de la nourriture des jeunes stades n'ayant pu être résolu, aucune expérience ne put être menée à terme. Il fallut attendre la deuxième moitié de ce siècle pour obtenir des résultats satisfaisants et surtout reproductibles.

De nos jours, les domaines où s'exerce l'aquaculture expérimentale sont multiples : algologie, conchyliologie, ichthyologie, carcinologie,... et de nombreuses espèces sont d'un élevage courant au laboratoire et dans les fermes marines spécialisées (écloseries, nurseries). Cependant, l'alimentation reste un des facteurs déterminants de la réussite de l'élevage.

LA CHAÎNE ALIMENTAIRE.

Les végétaux chlorophylliens sont capables d'utiliser l'énergie lumineuse pour synthétiser de la matière organique à partir de substances minérales, de l'eau et du gaz carbonique libre ou dissous. Ces végétaux constituent ainsi le premier maillon de la chaîne de transformation de la matière, celui qui relie le milieu minéral au monde vivant.

Leur rôle se révèle primordial pour le maintien de la vie au sein des océans.

Parmi ces végétaux chlorophylliens, une catégorie est indispensable en aquaculture : le phytoplancton, constitué en majeure partie d'algues unicellulaires microscopiques. Il constitue l'essentiel de la nourriture des jeunes stades larvaires d'animaux marins et aussi de quelques adultes.

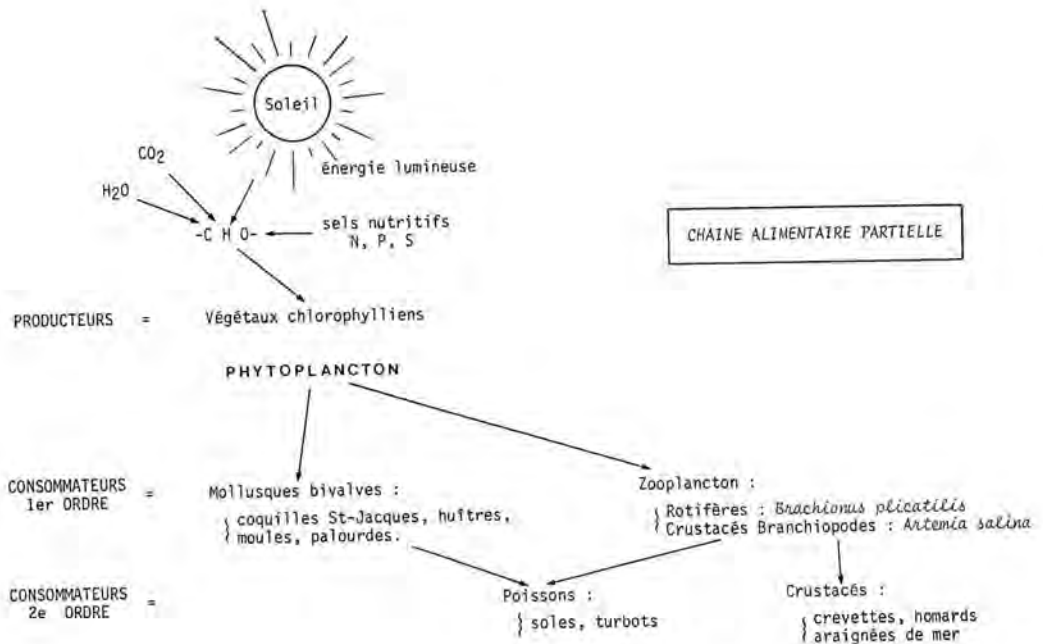
(*) Laboratoire de Zoologie, Aquaculture et Pollutions marines, Faculté des Sciences. 29283 Brest Cedex.

Les algues unicellulaires sont qualifiées de producteurs. Elles sont consommées directement par les mollusques (consommateurs primaires) ou indirectement par les poissons et les crustacés (consommateurs secondaires) par l'intermédiaire du zooplancton.

LES ALGUES UNICELLULAIRES.

Présentes dans toutes les mers du globe, elles se rencontrent depuis la surface jusqu'à des profondeurs voisines de 100 mètres. Cependant, comme ces êtres vivants ont besoin de la lumière solaire pour produire la matière organique, leur maximum de densité se situe à proximité de la surface. Leur morphologie est extrêmement variable. Elles peuvent être circulaires, ovales, en fuseau, en étoile... Certaines espèces possèdent des flagelles, d'autres une coque siliceuse ou frustule qui caractérise les diatomées. On considère qu'il existe de 10 à 12 000 espèces de diatomées en mer. Toutes ces algues sont de faibles dimensions allant de quelques microns (4-8 μm) à quelques dizaines de microns pour les plus grandes (30-50 μm).

Leur culture expérimentale ne pose pas de problème technique majeur et c'est ainsi qu'actuellement, à travers le monde, une trentaine d'espèces d'algues monocellulaires, isolées à partir du plancton marin, est cultivée dans les laboratoires spécialisés ou dans les écloseries commerciales. De nombreuses études ont montré que toutes les espèces d'algues n'ont pas la même influence sur le taux de croissance des larves de mollusques ou du zooplancton utilisé pour les élevages de poissons et de crustacés. Certaines espèces ont une très faible valeur nutritive et quelques-unes libèrent des toxines (chlorelles).



Parmi les espèces les plus couramment utilisées au laboratoire, on peut citer :

Isochrysis galbana, *Monochrysis lutheri*, *Dunaliella primolecta* (Photo 1), *Phaeodactylum bicornutum*, *Skeletonema costatum*, *Chaetoceros calcitrans*. Ces algues sont cultivées sur des milieux spéciaux à base d'eau de mer, de chlorures (calcium, magnésium, ammonium,...) et de nitrate (sodium). Après stérilisation du milieu de culture à l'autoclave, des vitamines sont ajoutées. Les quelques cellules isolées constituant l'inoculat de départ sont mises en cultures dans des Erlenmeyers contenant environ 100 ml de milieu. 5 à 7 jours plus tard, les algues s'étant multipliées, on les transfère dans des Erlenmeyers de plus grande capacité, de 2 à 3 litres, puis après une autre période de quelques jours (4 à 5) dans des ballons en verre de 10 litres (Photo 2). Pour des plus grands volumes de culture, les récipients en verre sont remplacés par des sacs en plastique de 50-80 l (Photo 3). Enfin, le stade ultime est constitué, dans les établissements commerciaux, par des bacs en contreplaqué marine recouvert de résine contenant 2 000 à 3 000 l de culture algale (Photo 4). Les cultures sont soumises à un éclairage permanent au moyen de tubes fluorescents. En outre, elles sont abondamment brassées par une arrivée d'air filtré qui, tout en oxygénant le milieu, empêche les cellules de se concentrer au fond des ballons et les expose à des intensités lumineuses égales. La concentration moyenne des algues en culture est de 12 millions de cellules par millilitre de milieu.

LEUR UTILISATION EN AQUACULTURE EXPERIMENTALE.

— Pour les mollusques :

Bivalves : huîtres, palourdes, coquilles Saint-Jacques,...

Pour la majorité des bivalves, la rencontre des gamètes mâles et femelles a lieu dans l'eau de mer ambiante. L'œuf qui en est issu mesure environ 50 μ m. Il donne naissance à une larve qui, 36 à 48 heures plus tard, sécrète une coquille à deux valves ayant la forme D majuscule, quelle que soit l'espèce, d'où le nom de larve D. Elle mesure de 80 à 100 μ m. C'est une cinquantaine d'heures après la fécondation que la larve D commence à se nourrir. Ayant une ouverture buccale de l'ordre de 10 μ m, ceci l'oblige à se nourrir d'algues unicellulaires de faibles dimensions : de 4 à 6 μ m. Pendant trois semaines, la larve mène une vie pélagique puis elle se fixe à un support quelconque et se transforme progressivement en juvénile puis en adulte. L'augmentation de diamètre de la bouche lui permet alors de saisir des proies de plus grandes dimensions qui restent constituées, pour l'essentiel, d'algues unicellulaires de différentes espèces.

Gastéropodes : ormeau.

Les larves ont une vie pélagique brève puisqu'elle ne dure que cinq jours. Pendant ce temps, elles vivent sur leur réserve vitelline et ne se nourrissent pas. Au bout du 5^e jour, le pied apparaît et les larves se fixent au fond du bac. Elles entament alors leur vie benthique et cherchent à se nourrir. Pendant le 1^{er} mois, on leur fournit une algue verte unicellulaire : *Tetraselmis suecica* et une algue rouge unicellulaire : *Porphyridium* sp. Un mois plus tard, leur régime alimentaire est changé et les algues

monocellulaires sont remplacées par des algues macrophytes comme *Palmaria palmata*.

— Pour le zooplancton :

Il comprend de nombreux représentants herbivores qui se nourrissent par broutage (grazing) aux dépens des algues unicellulaires du phytoplancton. Les animaux planctoniques constituent un échelon essentiel dans l'économie biologique de la mer et aussi en aquaculture puisqu'ils assurent le transfert de la matière végétale unicellulaire à de nombreux animaux supérieurs de plus grande taille.

Jusqu'à présent, une cinquantaine de proies animales ont été testées en nourriture larvaire avec plus ou moins de succès, mais les deux espèces les plus couramment utilisées dans les stations aquacoles sont un crustacé branchiopode : *Artemia salina* (Photo 5) et un rotifère : *Brachionus plicatilis* (Photo 6).

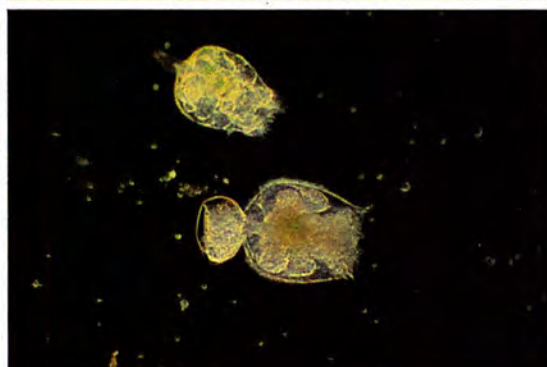
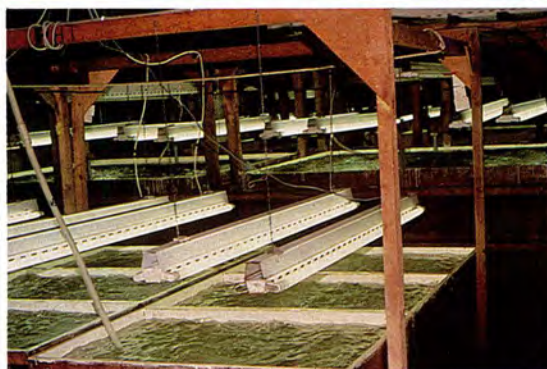
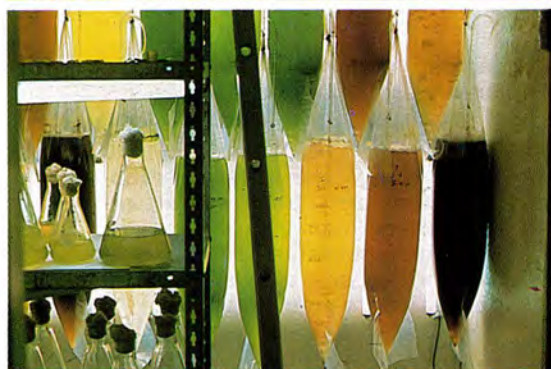
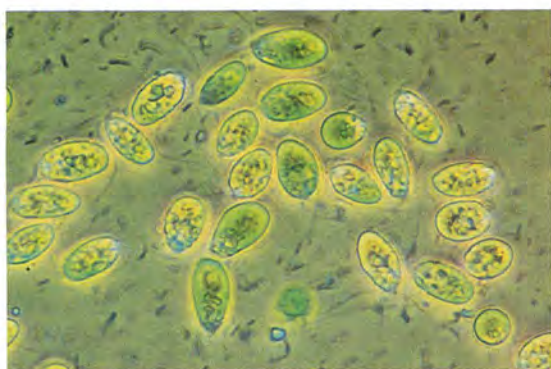
Les *Artemia* sont élevés à partir d'œufs généralement importés des U.S.A. Les expériences sont menées dans des jarres de 20 litres, en altuglass, à section cylindrique et à fond conique. Un aérateur oxygène et brasse l'eau, empêchant les œufs de se sédimenter sur le fond. L'éclosion se fait au bout de 36 heures dans une eau à salinité normale et à température de 23 à 25° C. Dans ces conditions, la taille adulte (12 mm environ) est atteinte en 8-10 jours à condition de fournir aux *Artemia* une concentration suffisante de nourriture algale composée essentiellement de *Tetraselmis suecica*. Depuis quelques années, deux algues cultivées en eau douce ou saumâtre sont commercialisées sous forme de poudre : une cyanophycée : *Spirulina maxima* et une chlorophycée : *Scenedesmus* sp. Elles permettent la production d'un maximum d'*Artemia* de 1 à 4 mm en un minimum de temps, et ceci sans affecter la valeur nutritive du produit vivant.

Les *Brachionus* sont des animaux de petite taille, 2 mm environ à l'état adulte. Ils possèdent une ciliature localisée à la tête. Leur élevage est identique à celui d'*Artemia* et leur nourriture est également composée de *Tetraselmis suecica* et de *Spirulina maxima*. Ils atteignent la taille adulte en 2 à 3 jours à 30° C.

Les *Artemia* et les *Brachionus* sont la nourriture exclusive de jeunes poissons élevés au laboratoire comme les turbots et les soles.

Après l'éclosion, les jeunes larves de poissons vivent quelques heures sur les réserves vitellines. Puis, dès le deuxième jour, lorsque la bouche s'ouvre et bien que le sac vitellin ne soit pas totalement résorbé, on commence à les nourrir d'un mélange de *Brachionus* et d'*Artemia*. La nourriture reste inchangée jusqu'à la métamorphose qui survient au bout de 15 jours pour les soles, à une température de 18° C. Après la métamorphose, on mélange aux *Artemia* des aliments inertes en granulés, mis au point par différents laboratoires expérimentaux ou industries agro-alimentaires. Enfin, les juvéniles sont alimentés par des mollusques et des crustacés broyés et des granulés.

Avant de se transformer en juvénile, les larves de crustacés (homards, crevettes, araignées de mer) subissent de nombreuses mues caractérisant différentes étapes de la vie larvaire. Les régimes alimentaires des crustacés varient fortement d'un groupe à l'autre, mais aussi selon les étapes de la vie larvaire. Les homards et les araignées sont carnivores depuis les premiers stades larvaires



1	2
3	4
5	6

Légendes des photos

1. *Dunaliella primolecta* (longueur des cellules : 10 μ m environ).
2. Cultures d'algues en erlenmeyers et ballons (Laboratoire de Zoologie, Université de Bretagne Occidentale).
3. Cultures d'algues en erlenmeyers et gaines plastiques (Nurserie du Tinduff, Plougastel-Daoulas).
4. Cultures d'algues en bacs de contreplaqué résiné (SATMAR, Barfleur).
5. *Artemia salina* (longueur : 1 cm environ).
6. *Brachionus plicatilis* (longueur de la femelle : 2 mm, du mâle : 1,8 mm).

(consommateurs d'*Artemia*, de moules et de crabes broyés) jusqu'aux juvéniles (*Artemia*, divers bivalves et crustacés dont *Talitrus saltator*, la puce de mer) et adultes. Les crevettes sont d'abord herbivores puis carnivores. Jusqu'au stade zoé, la nourriture des larves est composée d'algues unicellulaires : *Skeletonema costatum*, *Monochrysis lutheri*, *Isochrysis galbana*, puis à partir du stade mysis, d'un mélange de phytoplancton et de zooplancton : *Artemia* et *Brachionus*. Enfin, les juvéniles ont un régime alimentaire plus varié, constitué essentiellement de mollusques bivalves, de poissons et de crustacés de petites tailles.

CONCLUSION

La nutrition est toujours un facteur majeur déterminant le succès d'une éclosure, soit expérimentale, soit commerciale et les algues unicellulaires jouent de ce fait un rôle de tout premier ordre.

Les succès actuels obtenus en aquaculture expérimentale reposent en partie sur les progrès réalisés dans les cultures d'algues planctoniques, mais beaucoup de travaux restent encore à faire dans ce domaine. En particulier, il est indispensable d'étendre la liste des espèces utilisées dans l'alimentation des divers animaux d'élevage aquacole et de mieux connaître leur valeur nutritive.

Jusqu'à présent les tentatives effectuées pour remplacer cet apport de phytoplancton par des nourritures inertes ont échoué. En revanche, la lyophilisation de ces algues semble donner des résultats encourageants. En définitive, pour que l'aquaculture expérimentale devienne rapidement une pratique courante, il est essentiel de parvenir à une meilleure connaissance des algues planctoniques microscopiques.