

Les modes de culture des microalgues

Par Cyrille Przybyla¹³

La culture en autotrophie ou le principe du *sea, sex and sun*.

Ce mode de culture se rapproche des mécanismes naturels communément observés lors des épisodes d'efflorescence de microalgues dans un lac ou une baie. Les conditions requises pour la reproduction cellulaire sont des apports dilués dans l'eau (douce ou marine) d'azote, de phosphore et de minéraux. L'énergie lumineuse est nécessaire et vitale pour un processus dit « photosynthétique » dont la physiologie cellulaire est légèrement différente de celle des végétaux terrestres.

La culture en autotrophie peut être envisagée sous une forme contrôlée en photobioréacteurs (photo 1). Ce système de linéaires de tubes ou de panneaux transparents de faible épaisseur peut avoir un éclairage solaire direct ou un éclairage artificiel. Cette méthode de production, garantit une grande productivité car les phases d'éclairage sont constantes et continues. D'autres parts, la stabilité biochimique est assurée par l'apport régulier de nutriments tels que le dioxyde de carbone, le nitrate, le phosphate, des minéraux et des vitamines. L'avantage de ce type de solution est double : il permet de cultiver une souche de microalgue d'intérêt dont on connaît bien la physiologie et la composition, tout en limitant la contamination bactérienne ou les risques de pollution du milieu de culture. Ce système assure une croissance optimum en limitant les incidents potentiels au cours de la production.



Photo 1 :

Système de production de microalgues en photobioréacteur tubulaire (©Greensea)

Des systèmes de production en autotrophie à ciel ouvert (appelés en anglais « open ponds ») et de faible profondeur (environ 30 cm) existent en

¹³ Ifremer, Palavas.

production de routine et concernent essentiellement des microalgues dites « extrémophiles » qui vivent dans des conditions particulières de fortes salinités (*Dunaniella salina* dans des marais salants) ou d'alcalinité de l'eau (spiruline en eau douce). Dans ces cas précis (photo 2), seul un type de cellule algale peut s'adapter à ces conditions extrêmes d'environnement, ce qui rend pratique la gestion de la souche car la compétition pour l'accès aux nutriments est quasiment inexistante.



Photo 2 :

Ferme américaine de production de spiruline en milieu ouvert (© Earthise Nutritionals).

Les cultures multi-espèces extérieures commencent à être étudiées. Les familles présentes sont fluctuantes en fonction des intrants, des saisons et du lieu géographique. L'idée est d'appréhender cette culture sous sa valeur biochimique globale (protéines, lipides, vitamines) en mettant au second plan la gestion des familles de microalgues. Bien sûr, comme pour un jardin terrestre, les techniques de gestion de culture devront limiter l'apparition d'espèces invasives n'ayant pas de débouchés en termes d'application alimentaire ou technologique. Dans la perspective d'une valorisation en alimentation animale, les vertus des composés produits pourront s'additionner comme par exemple des profils d'acides aminés protéiques intéressants ou rares. A contrario, l'effet d'addition s'opère aussi en sens inverse pour les composés indésirables tels que les anti-nutriments (éléments réduisant la croissance du poisson). Les efforts de recherche pour ce type de système se concentrent sur la gestion de la qualité de l'eau et l'orientation biochimique de la biomasse algale. Ce modèle de production sur de grands espaces reste à valider à grande échelle.

La culture hétérotrophe

Une autre forme de culture des microalgues est possible en utilisant un procédé biotechnologique éprouvé appelé hétérotrophie. En cultivant des algues hétérotrophiques (ou en les rendant hétérotrophiques) dans des fermenteurs,

on obtient des rendements et des profils biochimiques intéressants pour les besoins des organismes aquacoles.

Le fermenteur est aussi un bioréacteur où l'énergie lumineuse n'est pas utilisée comme source principale d'énergie: c'est un système clos maintenu dans l'obscurité qui permet de s'affranchir notamment de la variation d'intensité lumineuse et de la diffusion homogène de la lumière dans la culture. L'énergie est alors fournie par un substrat carboné : dans ce cas, les algues respirent en assimilant les sources carbonées, azotées et phosphorées de forme organique.

Ce système de production proposant des composés de grande qualité a les mêmes caractéristiques qu'un réacteur tubulaire fermé en autotrophie à savoir un milieu confiné réduisant la contamination bactérienne et algale. La localisation géographique est indépendante de toutes contraintes environnementales. Les avantages de la culture en hétérotrophie se situent sur les concentrations de cellules (environ 100 grammes par litres de matière sèche de biomasse). La productivité est environ une dizaine de fois supérieure aux photobioréacteurs et environ cent fois supérieure aux systèmes milieu ouverts. C'est une technologie totalement maîtrisée s'inspirant des applications industrielles pour les productions de levures et de bactéries. Cependant, ce système nécessite des souches adaptées à ce mode de culture, des coûts d'installation et d'investissements importants dus au réacteur et surtout des sources de carbone externes en quantité équivalentes aux produits générés.

La culture mixotrophe

La mixotrophie à dominante hétérotrophe consiste à introduire une composante lumineuse de faible intensité et de courte durée. Comme en hétérotrophie, le substrat organique nourrit les microalgues pour produire de grandes quantités de biomasse mais cette fois le chloroplaste et autres organites capteurs d'énergie lumineuse de la cellule (photo récepteurs) sont activés. Cela a pour effet d'augmenter la productivité de la cellule ainsi que de permettre la synthèse de tous les composés pouvant être métabolisés par la microalgue.