

Dispositif pour la culture massive des algues en milieu aéré et agité

Autor(en): **Chodat, Fernand / Bocquet, Gilbert**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Archives des sciences [1948-1980]**

Band (Jahr): **8 (1955)**

Heft 2

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-739851>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

fréquences, l'énergie nécessaire pour saturer les résonances est beaucoup plus faible; à 12,67 Mc/sec, avec un niveau suffisamment bas, nous avons résolu des résonances dont les positions correspondent à des transitions simples.

Nous n'avons pas tenté à 3,24 Mc/sec de résoudre les composantes de la courbe de résonance observée.

Nous nous proposons de poursuivre ces expériences par l'étude de la résonance de niveaux excités de l'atome de sodium.

RÉFÉRENCES

1. KASTLER, A. *Physica*, 12, 619 (1946).
2. ——— *Journal de Phys. et Radium*, 11, 255 (1950).
3. BROSSEL, J. et A. KASTLER. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 229, 1213 (1949).
4. ——— et F. BITTER. *Phys. Rev.*, 86, 308 (1952).
5. ———, A. KASTLER et J. WINTER. *Journ. de Phys. et Radium*, 13, 668 (1952).
6. ———, B. CAGNAC et A. KASTLER. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 237, 984 (1953).

*Université de Genève.
Institut de Physique.*

Séance du 2 juin 1955

Fernand Chodat et Gilbert Bocquet. — *Dispositif pour la culture massive des Algues en milieu aéré et agité.*

Introduction.

Les premières cultures d'Algues, bactériologiquement pures, ont été réalisées par Beijerinck aux Pays-Bas en 1890 [1]. Dès 1900 [2], Robert Chodat appliqua à son tour les méthodes de la microbiologie à l'isolement et la culture des Algues d'eau douce et constitua, avec le concours de ses élèves, une collection dite Algothèque, qui fut la source de travaux nombreux et le prototype des collections similaires qui se créèrent ultérieurement en divers pays du monde. De 1900 jusqu'à nos jours, l'Algothèque de Genève n'a cessé de contribuer par ses études au développement de l'Algologie expérimentale.

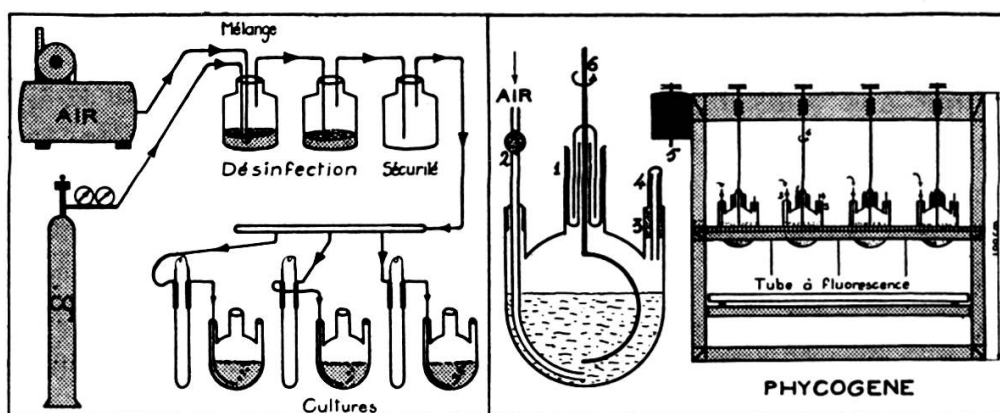
Durant la dernière décade, cette discipline a ajouté à son information, déjà fort riche [3], un chapitre nouveau, celui de la culture massive des Algues, qui, jusqu'à présent, avaient été multipliées à l'échelle du laboratoire pour les besoins de la biologie et de la physiologie. Des techniques nouvelles, d'une part, et de l'autre un but nouveau, sont à l'origine de ce renouvellement des méthodes de culture. L'application aux Algues, des procédés de culture aérée et agitée qui ont eu un si grand retentissement en mycologie (production des antibiotiques), s'est révélée également fructueuse. Le but nouvellement visé est de produire un fourrage vert sans sol, bref de compléter les possibilités agricoles, par la production d'une matière organique aux seuls dépens de la lumière solaire, de l'air, du gaz carbonique supplémentaire, de nitrate et des sels minéraux indispensables: la plante de ces pâturages aquatiques étant l'Algue. Pour atteindre ce but, dont la rentabilité n'est pas encore prouvée, deux étapes doivent être franchies: celle de la culture massive aseptique faite en laboratoire et celle de la culture industrielle septique, faite en plein air dans des étangs artificiels. Des territoires improductifs pourraient être inondés,ensemencés et récupérés pour l'économie du pays. La valeur alimentaire des Algues est incontestable; si elles sont moins riches en hydrates de carbone que les végétaux usuels de l'alimentation, elles sont par contre dépourvues de substances ligneuses, accusent une teneur élevée en protéine et peuvent, selon la composition du milieu de culture accumuler d'importantes quantités de lipides [4].

Nous décrivons ici un dispositif destiné à la culture pure et massive d'Algues. L'installation prévoit la variation indépendante ou simultanée des conditions suivantes: lumière, température, concentration du gaz carbonique, agitation, sans parler des modifications nombreuses susceptibles d'être apportées à la formule du liquide nutritif.

Flacons de culture.

Nous avons adopté des ballons en Pyrex, à trois cols. La capacité de ces récipients, stérilisables à l'autoclave, est de 3 litres; ils peuvent recevoir 1 à 2 litres de milieu de culture.

L'agitation est communiquée au liquide de culture par l'axe de l'agitateur passant par le col central du ballon (diamètre: 3 cm). L'étanchéité de la fermeture de ce col et la rotation de l'axe qui y passe sont réalisés de la façon suivante: un bouchon de verre rodé s'applique hermétiquement au rodage du col et ne nécessite pas de graissage. Ce bouchon est évidé dans sa partie centrale et forme un chenal cylindrique rodé dans lequel tourne l'axe rodé de l'agitateur; le graissage de ces surfaces en friction est assuré par une huile de paraffine ou de la silicone. L'axe de l'agitateur porte encore une chicane



en forme de cloche renversée qui capuchonne, sans toutefois le toucher, le chenal du bouchon. Cet agencement est une modification avantageuse de celui figuré sur le croquis annexé. Pareille fermeture nous a donné toutes satisfactions au point de vue de l'aseptie.

La pale de l'agitateur doit être de forme aussi efficace que le permet l'ouverture du col, par lequel elle doit passer. Sa figure changera donc suivant les besoins de la culture. L'entrée de l'air ou du mélange air + CO_2 , se fait par le col gauche du flacon. Le col de droite est utilisé pour la sortie des gaz et pour les prélèvements. A ce dernier effet, on place au centre du bouchon de coton un tube de verre de 7 cm de longueur et de 0,8 cm de diamètre. On le capuchonne d'une éprouvette dont l'orifice repose sur le coton afin d'assurer la stérilité.

Le statif.

Il se compose d'un chassis en bois, assez lourd pour absorber les vibrations. A mi-hauteur, quatre ballons reposent chacun

dans une alvéole qui permet à la fois une bonne fixation et un éclairage par dessous. Chaque flacon est encore maintenu par une pince solidaire du châssis. Au dessus des ballons, un linteau supporte les poulies des agitateurs et le moteur. Au dessous, un rayon mobile porte l'éclairage. Dimensions du châssis: 1 m × 1,2 m.

Agitation.

Un moteur électrique de $\frac{1}{50}$ C.V. actionne les agitateurs. L'adoption de cloches rodées permet de se contenter, pour les transmissions, de pièces de Meccano (supports, axes, poulies, qui offrent toutes les possibilités de démultiplication). Le raccord de la partie supérieure de l'axe de l'agitateur (en verre) à la tige métallique qui lui communique sa rotation, se fait par un segment de tuyau de caoutchouc à vide. Le centrage est assuré horizontalement par la pince, verticalement par l'écrasement d'un morceau de caoutchouc intercalé entre le bois du châssis et le support de la poulie (réglage par une vis). Pour les Algues étudiées, les vitesses de rotation favorables de l'agitateur se situent entre 150 et 200 tours-minute. L'expérience nous a montré que le rôle de l'agitation ne se borne pas à compenser la gravitation et à homogénéiser la suspension d'Algues, mais encore, dans certains cas, à compenser les mouvements phototactiques positifs ou négatifs effectués par les cellules.

Eclairage.

Deux ou quatre tubes à fluorescence Philips T.L.40W/55 de 120 cm de longueur fournissent un éclairage très égal pour chaque flacon, si on prend soin de séparer ces derniers par une cloison verticale. Le commerce offre diverses nuances de lumière blanche de spectres connus. La faible émission de rayons infra-rouge par ces tubes est propice à la culture des plantes. Ces tubes étant placés sur un rayon mobile, l'éclairage peut être réglé de 100 à 10.000 lux (mesure au Luxmètre-standard de Lange), en modifiant la distance du tube à la base du flacon, le nombre des tubes allumés ou en intercalant des écrans de tulle.

Il est important de mentionner ici que la lumière offerte est évaluée avec une précision satisfaisante au moyen du luxmètre. Cette intensité lumineuse est réelle à la surface inférieure et bombée du ballon. Quant à la lumière reçue par chaque cellule, elle nous est inconnue. L'éclairement d'un lieu quelconque du volume de la solution nutritive dépend en effet de plusieurs facteurs: absorption et réflexion lumineuses causées par le verre et le liquide de culture: distance entre la source lumineuse et la cellule occupant ce lieu quelconque. D'autre part, l'éclairement dont jouissent les cellules est discontinu; en passant l'une devant l'autre (mobilité des éléments constituant la suspension) les cellules forment un écran qui réduit la lumière. La périodicité de cette oscillation période sombre-période claire, nous est également inconnue. L'opacité croissante de la suspension d'Algues en voie de multiplication, réduit de jour en jour l'intensité lumineuse à l'intérieur du flacon.

A ces conditions changeantes, s'ajoutent encore celles issues du phototactisme des Algues en culture. Mentionnons de ce dernier phénomène l'essentiel, nous réservant d'y revenir plus tard avec plus de détails: quand l'éclairement offert est faible, soit inférieur à 2000 lux, l'Algue 50 en vertu de son phototactisme positif, tapisse la base du flacon et cela malgré le mouvement (insuffisant) communiqué aux cellules en suspension par l'agitation du liquide. Ce sédiment vert constitue un écran qui réduit progressivement la lumière à l'intérieur du flacon. Quand l'éclairement est fort, soit supérieur à 2000 lux, l'Algue 50 fuit au contraire la lumière (phototactisme négatif) et s'amasse en un anneau vert appliqué contre les parois verticales du ballon (zone la moins éclairée), à une petite distance de la surface du liquide de culture. La genèse de la couronne verte est, en partie, mécaniquement conditionnée: les bulles formées à la surface du liquide de culture crèvent sur les bords et abandonnent des cellules sur la paroi du verre. Toutefois l'importance de cet anneau vert grandit avec l'intensité lumineuse; la part du phototactisme négatif est ainsi soulignée. La perturbation d'origine phototactique, apportée au régime lumineux, peut être annulée en créant une agitation dont la puissance dépasse celle du phototactisme.

Ces remarques montrent la complexité d'une évaluation de l'intensité lumineuse dont bénéficie réellement chaque cellule. La turbulence du liquide permet de supposer que chaque cellule reçoit, périodiquement, une même quantité de cet éclairage d'intensité inférieure à l'éclairage offert. L'incertitude sur le détail du régime lumineux à l'intérieur de la suspension des Algues, n'exclut cependant pas des études quantitatives sur les effets de l'intensité lumineuse. On lira avec profit des études très fouillées sur ce sujet dues à H. Tamiya et ses collaborateurs [5].

Aération.

L'air comprimé est fourni par une pompe à anneau liquide, de marque Sihi-Schaffhouse, seul système permettant d'éviter toute trace d'huile dans l'air distribué aux cultures. Cette pompe est munie d'un pressostat réglé pour une charge de 1,8 kg et une recharge automatique à partir de 0,6 kg. A la sortie du compresseur se trouve une triple distribution avec robinets, permettant d'alimenter simultanément divers appareils. L'air est ensuite débité par un réducteur de pression du type Zwerg-Regulus, Fega-Zurich; il s'agit d'une chambre de détente précédée et suivie d'un manomètre. Le second est gradué de 25 cm en 25 cm. Il est nécessaire de protéger le réducteur de pression contre l'humidité qui pourrait s'y condenser, par une trappe à eau. Le gaz carbonique est fourni par une bonbonne commerciale équipée d'un même réducteur de pression. Lorsqu'il est nécessaire de constituer un mélange en proportions connues d'air et de gaz carbonique, deux anémomètres à capillaire sont installés, l'un pour l'air, l'autre pour le gaz carbonique. Ces anémomètres sont étalonnés au moyen d'un gazomètre ou d'un débitmètre, nommé aussi rotamètre. Pour notre part, nous avons calibré avec des « flowmeter » de la Maison Emil Greiner, U.S.A. L'air et le gaz carbonique mesurés arrivent dans un flacon mélangeur, puis dans un flacon désinfecteur (solution de Désogène à 1^o/∞) et finalement dans un flacon distributeur muni de robinets. Le débit de gaz insufflé dans chaque ballon est finalement contrôlé par un anémomètre capillaire. La tuyauterie est en caoutchouc.

Température.

Tout le dispositif décrit, à l'exception du compresseur, se trouve dans une chambre climatisée dont la température est réglable de $+10^{\circ}$ à $+35^{\circ}$, par le moyen d'une installation automatique *Therma*. L'air comprimé arrive donc de l'extérieur par un tuyau de caoutchouc souple et renforcé. Ce cabinet, dit solarium, permet à deux opérateurs d'intervenir pour les travaux de surveillance et réglage. L'humidité est également réglable dans l'atmosphère du solarium, condition moins importante pour le type des expériences faisant appel à des milieux liquides de culture, enfermés dans des ballons.

Nous adressons, en terminant, nos remerciements à la Fondation Rockefeller, dont la générosité a grandement facilité la construction de ce dispositif.

*Université de Genève.
Institut de Botanique générale.*

BIBLIOGRAPHIE

1. BEIJERINCK, M. W. (1890). « Kulturversuche mit Zoochlorellen, Lichengonidien und anderen niederen Algen. » *Bot. Ztg.*, 48, 725.
2. CHODAT, Robert et J. GRINTZESCO (1900). « Sur les méthodes de culture pure des Algues vertes. » *Congr. Int. Bot., Paris*, p. 157.
3. PRINGSHEIM, E. G. (1946). *Pure culture of Algae*. Cambridge. At the University Press.
4. CHODAT, Fernand et E. HAAG (1940). « Sur les conditions d'accumulation des caroténoïdes chez une Algue verte. 1. Accumulation concomitante des caroténoïdes et des lipides. » *C. R. de la Soc. de Phys. et d'Hist. nat. de Genève*, 57, p. 265.
5. TAMIYA, H. , E. HASE, K. SHIBATA, A. IWAMURA, T. NIHEI and T. SASA (1953). « Kinetics of growth of *Chlorella* with special reference to its dependance on quantity of available light and on temperature. » In: *Algal Culture*, edited by J. S. Burlew, Carnegie Institution.