

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
15 janvier 2009 (15.01.2009)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
WO 2009/007646 A2

(51) Classification internationale des brevets :  
C12M 3/00 (2006.01) C12R 1/89 (2006.01)  
C12N 1/14 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2008/051228

(22) Date de dépôt international : 2 juillet 2008 (02.07.2008)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
0704847 3 juillet 2007 (03.07.2007) FR

(71) Déposant et  
(72) Inventeur : DELOBEL, Dominique [FR/FR]; 95 rue  
Emile Zola, F-62220 Carvin (FR).

(74) Mandataires : GALLOIS, Valérie etc.; Becker & Asso-  
ciés, 25 rue Louis Le Grand, F-75 002 Paris (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

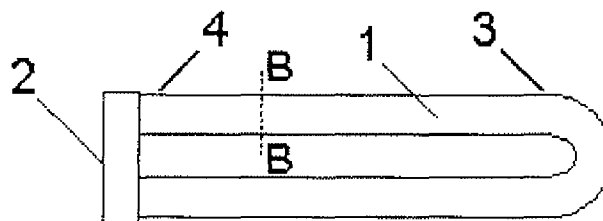
Publiée :

— sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport

(54) Title: SYSTEM FOR PRODUCING MICRO-ORGANISMS

(54) Titre : SYSTEME DE PRODUCTION DE MICROORGANISMES

FIG. 1



(57) Abstract: The invention relates to a device for producing a biomass containing any species of micro-algae and cyano-bacteria, more generally any micro-organism whose growth depends on photosynthesis in a liquid medium. Moreover, the device includes confinement housing imbedded and built in situ: i) the first confinement housing includes a photo-bioreactor including two juxtaposed inter-dependent sub-devices consisting of a) a culture chamber (1) and b) a thermal block (2) juxtaposed to said culture chamber (1) at one end (4) thereof at least; ii) the second confinement housing (5) contains the technical blocks (2) of several juxtaposed photo-bioreactors. The invention also relates to a method for producing said biomass using said device.

(57) Abrégé : L'invention concerne un dispositif de production de biomasse composée de toutes espèces de micro algues et de cyanobactéries, et plus généralement de tous micro organismes dont la croissance repose sur la photosynthèse en milieu liquide. De plus, le dispositif, présentant deux enceintes de confinement imbriquées et construites in situ: i) Ladite première enceinte de confinement est constituée d'un photobioréacteur composé de deux sous dispositifs juxtaposés et interdépendants qui sont a) une chambre de culture (1) et b) un bloc technique (2) juxtaposé à ladite chambre de culture (1) en au moins l'une de ses extrémités (4). ii) Ladite seconde enceinte de confinement (5) regroupe lesdits blocs techniques (2) de plusieurs photobioréacteurs juxtaposés. L'invention concerne également un procédé de production de biomasse mettant en œuvre ledit dispositif.

WO 2009/007646 A2

**SYSTEME DE PRODUCTION DE MICROORGANISMES**

La présente invention concerne un dispositif de production de biomasses de toutes espèces de micro algues et de cyanobactéries, et plus généralement de tous micro organismes dont la croissance repose sur la photosynthèse en milieu liquide.

Elle concerne également un procédé mettant en œuvre ce dispositif.

Un tel dispositif et un tel procédé s'adressent particulièrement aux industriels des industries agroalimentaire, chimique, pharmaceutique, cosmétologique et de production d'énergie.

Les dispositifs de production de tels micro organismes, hors récolte en milieu naturel, connus de l'homme de l'art appartiennent à deux principales catégories :

Premièrement, les dispositifs fermés ou photobioréacteurs, soit de laboratoire ou soit industriels, sont de faible capacité, généralement inférieure à mille litres. Ils fonctionnent à l'aide de ressources artificielles fournissant la lumière, la chaleur, et l'agitation mécanique. Ils sont utilisés pour des productions intensives ou super intensives de faibles masses d'une biomasse de très haute qualité en termes de pureté ou de composition. Cette qualité est obtenue grâce à la maîtrise permanente de la quasi-totalité des paramètres de culture et grâce à une limitation stricte des intrusions polluantes dans les cultures telles que macro et micro organismes, poussières et gaz.

De tels dispositifs privilégient la qualité de la biomasse produite sans être capables de produire les quantités importantes requises par des applications industrielles. Leurs coûts de fabrication et de fonctionnement élevés, en particulier celui de l'énergie et de la maintenance, rendent leur installation à grande échelle peu réaliste sur le plan économique.

Deuxièmement, les systèmes ouverts sont constitués de bassins ouverts de moyenne ou grande capacité, de plusieurs milliers à plusieurs millions de litres. Ils fonctionnent essentiellement à l'aide de ressources naturelles telles que le soleil qui fournit la lumière et la chaleur, d'où une maîtrise limitée des

paramètres de culture qui en dépendent. Ils sont parfois couverts, le plus souvent installés sous serre pour limiter les intrusions polluantes, et pour améliorer la maîtrise de la température. La couverture de bassins de plus de mille mètres carrés présentant une capacité de l'ordre de deux cent mètres cubes implique la mise en œuvre de structures imposantes qui présentent l'inconvénient d'une prise au vent importante, ou la mise en œuvre de structures plus modestes qui nécessitent l'implantation de supports à l'intérieur même des bassins. Ces solutions apportées à la couverture restent problématiques et coûteuses, que ce soit pour leur installation ou pour leur maintenance.

De tels dispositifs compensent une productivité moyenne ou faible par une taille importante. Ils privilégient la quantité de biomasse produite. Ils présentent l'inconvénient de ne satisfaire qu'imparfaitement aux exigences de qualité des industries agroalimentaire ou pharmaceutiques utilisatrices de biomasses.

Afin de pallier ces différents problèmes, l'invention propose un dispositif de production de biomasses de toutes espèces de micro algues et de cyanobactéries, et plus généralement de tous micro organismes dont la croissance repose sur la photosynthèse en milieu liquide qui permet de fournir les grandes quantités de biomasse telles qu'elles peuvent être obtenues des systèmes ouverts, dont il approche la taille, avec le degré de qualité qui est le propre des systèmes de photobioréacteurs fermés.

Ses modes de réalisations généraux ou particuliers permettent en outre une économie des moyens techniques et des matériaux à employer pour la création d'un site de production.

Selon une caractéristique majeure de l'invention, ce dispositif présente deux enceintes de confinement imbriquées et construites in situ:

i) La première enceinte de confinement est constituée d'un photobioréacteur composé de deux sous dispositifs juxtaposés et interdépendants qui sont :

a) une chambre de culture étanche à l'air et à l'eau, perméable à la lumière visible sur sa partie supérieure, et d'un volume intérieur idéalement supérieur à cinquante mètres cubes, construite longitudinalement sur un sol plan et profilé ;

5            b) un bloc technique juxtaposé à cette chambre de culture en au moins l'une de ses extrémités, ce bloc technique regroupant l'ensemble des équipements techniques de conduite et de contrôle des cultures des biomasses, de régulation thermique et de circulation de l'ensemble des fluides mis en oeuvre.

10           ii) La seconde enceinte de confinement regroupe les blocs techniques de plusieurs photobioréacteurs juxtaposés, cette seconde enceinte contenant l'ensemble des moyens techniques nécessaires d'une part au fonctionnement normal des photobioréacteurs et d'autre part à la récolte et au traitement de la biomasse récoltée.

15           De préférence, ladite biomasse est récoltée de manière à maintenir la production en ambiance confinée et contrôlée jusqu'au stade ultime de son conditionnement, préalablement à son utilisation ultérieure telle que définie par l'exploitant du dispositif.

20           Selon une autre caractéristique de l'invention, le dispositif présente une chambre de culture en forme de U munie de deux extrémités libres juxtaposées, ces extrémités sont connectées au bloc technique du photobioréacteur.

25           Selon une autre caractéristique de l'invention, le bloc technique du photobioréacteur est positionné sous le niveau du sol et sous le niveau de la chambre de culture.

              Selon une autre caractéristique de l'invention, la chambre de culture contient de l'air et des gaz qui sont maintenus en surpression.

30           Selon une autre caractéristique de l'invention, et selon un mode particulier de réalisation, la couverture supérieure de ladite chambre de culture (1) est constituée d'un matériau souple, et le niveau de surpression de l'air et

des gaz est adapté pour maintenir soulevée cette partie supérieure sur toute sa surface et à la maintenir éloignée de la surface libre du contenu liquide.

Selon une autre caractéristique de l'invention, cette chambre de culture présentant une hauteur et une largeur de voie, cette hauteur est inférieure à  
5 25% de la largeur de voie.

Selon une autre caractéristique de l'invention, et selon le mode particulier de réalisation qui implique l'utilisation d'un matériau souple pour la couverture de la chambre de culture, la mise en sécurité du dispositif en cas de grand vent peut être assurée par l'arrêt momentané de la surpression de l'air et des gaz  
10 contenus dans la chambre de culture. La couverture se pose à la surface du milieu liquide contenu dans la chambre de culture, ce qui réduit considérablement la prise au vent du dispositif qui se trouve ainsi sécurisé.

Selon une autre caractéristique de l'invention, et selon le mode particulier de réalisation qui implique l'utilisation d'un matériau souple pour la couverture  
15 de la chambre de culture, La sécurisation du dispositif en cas de tempête peut être renforcée par la mise en place d'une couche d'eau par-dessus la couverture supérieure de la chambre de culture préalablement posée, comme décrit précédemment. La reprise de la surpression de l'air et des gaz contenus dans la chambre de culture provoquant le reflux de cette couche d'eau et son  
20 expulsion à la périphérie de ladite couverture.

Selon une autre caractéristique de l'invention, cette chambre de culture peut être positionnée sur une étendue d'eau naturelle ou artificielle de faible profondeur.

Un autre but de l'invention est également de proposer un procédé de  
25 production de biomasse mettant en œuvre ce dispositif.

Selon une autre caractéristique majeure de l'invention, le procédé comprend au moins une des phases suivantes :

- La circulation du milieu de culture entre les deux voies de la chambre de culture,

- 5 -

- La mise en surpression permanente de la chambre de culture,
  - L'approvisionnement en éléments intrants solides, liquides ou gazeux,
  - Le contrôle permanent ou ponctuel des cultures à partir de tous dispositifs de mesure,
- 5           - L'extraction des déchets minéraux ou organiques hors de la chambre de culture,
- L'extraction temporaire et la réinjection du milieu de culture hors de et dans la chambre de culture aux fins de récolte de la biomasse produite,
  - La régulation thermique du contenu liquide dans la chambre de culture,
- 10           - Le confinement du dispositif constituant la zone de travail,
- Le traitement et le conditionnement de la biomasse récoltée.

L'invention remédie aux inconvénients précédemment mentionnés en ce qu'elle permet de produire les grandes quantités de biomasse telles qu'obtenues dans les systèmes ouverts dont elle approche la taille tout en améliorant la productivité, et d'atteindre la haute qualité qui est le propre des

15 systèmes fermés.

Ses modes de réalisation généraux ou particuliers autorisent en outre une économie des moyens techniques à mettre en œuvre lors de la création d'un site de production.

20           Les caractéristiques de l'invention mentionnées ci-dessus de façon non limitative apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante d'un mode préférentiel de réalisation, ainsi que de modes particuliers. Cette description est faite en relation avec les dessins joints:

La figure 1 représente une vue de dessus de l'agencement des éléments

25 du photobioréacteur : chambre de culture et bloc technique,

La figure 2 représente une vue de dessus de l'agencement d'une unité de production regroupant plusieurs photobioréacteurs,

La figure 3 représente une vue en coupe selon AA de la figure 2.

La figure 4 représente une vue en coupe selon BB de la figure 1 en  
5 référence à l'un des modes particuliers de réalisation de l'invention.

Les figures 1 et 2 présentent un mode de réalisation préférentiel de l'invention.

L'invention repose sur la création in situ, sur un terrain nu, nivelé, plan et horizontal, obtenu par les travaux de génie civil appropriés connus de l'homme  
10 de l'art, de deux enceintes de confinement imbriquées.

Ladite première enceinte de confinement est constituée par une unité indépendante constituant un photobioréacteur de grande taille qui est composé de deux sous dispositifs juxtaposés et interdépendants:

- une chambre de culture (1) d'un volume intérieur préférentiellement  
15 supérieur à cinquante mètres cube construite longitudinalement sur un sol plan et profilé.

- un bloc technique (2), juxtaposé à ladite chambre de culture (1) en l'une de ses extrémités (4), à laquelle il est connecté de manière étanche. Ledit bloc technique (2) regroupe l'ensemble des équipements techniques de conduite et  
20 contrôle des cultures, de régulation thermique et de circulation de tous les fluides. Il constitue le seul point d'entrée et de sortie de tous les fluides et matières vers et hors dudit photobioréacteur.

Ladite première enceinte de confinement contient uniquement la biomasse en croissance et les éléments constitutifs de son milieu de culture.  
25 Ladite enceinte n'est pas accessible pour les opérations courantes au personnel en charge de l'exploitation du site.

Ladite seconde enceinte de confinement (5) regroupe les blocs techniques (2) de plusieurs photobioréacteurs juxtaposés. Ladite seconde

enceinte (5) contient tous les moyens techniques nécessaires d'une part au fonctionnement normal desdits photobioréacteurs et d'autre part à la récolte et au traitement de la biomasse récoltée de manière à maintenir la production en ambiance confinée et contrôlée jusqu'au stade ultime de son conditionnement

5 en vue de l'utilisation telle que définie par l'exploitant. Ladite seconde enceinte (5) de confinement est normalement accessible pour les opérations courantes au personnel en charge de l'exploitation du site.

Selon le mode général de réalisation de l'invention, chaque photobioréacteur est construit comme suit:

10 Ladite chambre de culture (1) en forme de U est construite sur un terrain nu, plan et horizontal, nivelé et profilé par des travaux de génie civil selon les règles de l'art.

La réalisation de la dalle support implique le tracé et le nivellement de deux voies parallèles d'égales longueurs, espacées et larges, par exemple

15 selon les différents modes de réalisation de l'invention de moins de un à plusieurs dizaines de mètres. Ces deux voies sont raccordées par un coude en l'une de leurs extrémités (3).

Le nivellement de chaque voie est réalisé de manière à obtenir une pente longitudinale de zéro à dix pour cent et un profil transversal en forme de

20 V très évasé présentant une double pente axiale de zéro à vingt degrés comme décrit par la figure 4.

Selon les modes particuliers de réalisation de l'invention, les pentes longitudinales peuvent être soit de même sens, soit de sens opposés.

Ladite chambre de culture (1) de chaque photobioréacteur a une

25 longueur développée totale comprise entre vingt et deux mille fois sa largeur. Sa hauteur, variable selon les modes particuliers de réalisation, reste inférieure à vingt cinq pour cent de sa largeur soit par exemple un mètre pour une largeur de voie de quatre mètres.

Ladite chambre de culture (1) qui doit contenir ledit milieu de culture liquide est réalisée par tout moyen approprié en respectant les règles suivantes :

Ladite chambre de culture (1) se présente sous la forme d'un tube ou  
5 d'un canal couvert, en forme de U, étanche à l'air et à l'eau sur toute sa longueur, perméable à la lumière visible sur sa partie supérieure et capable de supporter une surpression interne de gaz ou d'air inférieure à cinq cent millibars. La partie supérieure de ladite chambre (1) peut être réalisée en tout  
10 matériau rigide ou souple, constitué soit d'une seule pièce soit par juxtaposition d'une pluralité d'éléments. Ladite partie supérieure est réalisée de manière à permettre au coude (3) de ladite chambre de culture (1) le libre passage des fluides en phase liquide et/ou gazeuse entre les deux parties rectilignes constituant les voies ou branches en U dudit dispositif.

Le contenu liquide (7) de ladite chambre de culture (1) occupe de dix à  
15 soixante dix pour cent de la partie basse de la section transversale de ladite chambre de culture (1), tel que représenté par la figure 4. La libre circulation de l'air et des gaz (6) est librement assurée sur toute la longueur de ladite chambre de culture (1), dans la partie supérieure de ladite section transversale non occupée par ledit contenu liquide (7).

20 Quel que soit le mode de réalisation de ladite chambre de culture (1), celle ci est maintenue en surpression interne d'air, par tout moyen technique approprié tel que compresseur, turbine, ventilateur. Ladite surpression permet d'éviter, en cas de fuite dans l'une des parois de ladite chambre de culture (1), que des fluides extérieurs, gaz ou liquides, puissent pénétrer par ces fuites à  
25 l'intérieur de ladite chambre de culture (1).

Selon des modes particuliers de réalisation de l'invention, ladite chambre de culture (1) peut être réalisée par tout assemblage de matériaux souples ou rigides, ou par assemblage de sections souples associées à des sections rigides.

Selon un mode particulier de réalisation de l'invention, ladite chambre de culture (1) peut être positionnée entièrement sur une étendue d'eau naturelle ou artificielle de faible profondeur.

5 En cas d'utilisation d'un matériau souple pour la réalisation de la partie supérieure de ladite chambre de culture (1), ladite partie supérieure est maintenue éloignée de la surface libre du contenu liquide (7) par adaptation de la surpression de l'air contenu. Cette surpression permet de soulever la masse de ladite partie supérieure sur toute la surface de ladite chambre de culture (1).

10 En cas d'utilisation d'un matériau souple pour la réalisation de ladite partie supérieure de ladite chambre de culture (1), ladite partie supérieure est dimensionnée et disposée de manière à pouvoir en position dégonflée reposer sans tension sur le fond de ladite chambre de culture (1) vide de tout contenu liquide (7).

15 Ladite partie supérieure peut ainsi être, en cas de besoin, volontairement inondée et recouverte d'une couche d'eau de plusieurs centimètres ce qui sécurise ledit dispositif face aux effets destructeurs de vents violents.

Chacune desdites deux extrémités (4) ouvertes juxtaposées de ladite chambre de culture est connectée, de manière permanente et étanche audit bloc technique (2).

20 Ledit bloc technique (2) selon le mode de réalisation de l'invention est un dispositif compact dont les dimensions, variables selon les modes particuliers de réalisation sont comprises dans les limites suivantes : sa longueur est au plus égale à la largeur des deux voies support de ladite chambre de culture (1) augmentée de celle de l'espace qui les sépare, sa largeur est inférieure à trois  
25 mètres et son volume interne est compris entre un et vingt pour mille du volume maximum de ladite chambre de culture (1) à laquelle il est connecté.

Comme illustré par la figure 3, ledit bloc technique (2) est positionné de telle manière que, selon les modes particuliers de réalisation de l'invention, sa base se trouve entre zéro et trois mètres sous le niveau du sol support de ladite

chambre de culture (1) et son sommet se trouve à une altitude supérieure à celle de ladite chambre de culture (1).

Ledit bloc technique (2) constitue un ensemble intégré, fermé, qui contient tous les dispositifs techniques nécessaires au bon fonctionnement du photobioréacteur. Il assure les fonctions suivantes :

- 5 - la circulation du milieu de culture entre les deux voies de ladite chambre de culture (1) à l'aide de tous dispositifs adaptés tels qu'à titre d'exemples non exhaustifs canal, tube ou tuyau, vannes, pompes, « airlift », cuves ou tout autre dispositif adapté à un mode de réalisation particulier,
- 10 - la mise en surpression permanente de ladite chambre de culture (1) et son contrôle à partir de tout dispositif adapté tel qu' à titre d'exemples non exhaustifs ventilateur, soufflante, compresseur, évent, manomètre,
- l'introduction des éléments solides, liquides ou gazeux nécessaires à la conduite des cultures par des conduites, canalisations et vannes adaptées et  
15 connues de l'homme de l'art,
- le contrôle permanent ou ponctuel des cultures à partir de tous dispositifs de mesure tels qu'à titre d'exemples non exhaustifs thermomètre, débitmètre, pH-mètre, conductimètre, sondes,
- l'extraction des déchets minéraux ou organiques hors de ladite  
20 chambre de culture (1) à partir de tout dispositif adapté tel qu'à titre d'exemples non exhaustifs : pompe, filtre, décanteur, centrifugeuse,
- l'extraction temporaire dudit milieu de culture hors de ladite chambre de culture (1) aux fins de récolte de ladite biomasse produite, et sa ré-injection dans ladite chambre de culture (1) au moyen de tout dispositif adapté à chaque  
25 mode de réalisation particulier, tel que pompe, siphon, canal de dérivation,
- la régulation thermique dudit liquide contenu dans ladite chambre de culture (1) par tout système de production de froid ou de chaleur et d'échange thermique immergé adapté au mode particulier de réalisation.

Selon le mode général de réalisation de l'invention illustré par la figure 2, la seconde enceinte de confinement (5) est constituée par un bâtiment, aux formes et dimensions adaptées aux modes particuliers de réalisation, réalisé selon les règles de l'art. Ladite seconde enceinte (5) occupe une superficie  
5 inférieure à cinq pour cent de celle de l'ensemble des photobioréacteurs qu'elle regroupe.

En plus desdits blocs techniques (7), ladite seconde enceinte contient les dispositifs nécessaires pour assurer les fonctions suivantes :

- le confinement de la zone de travail par la mise en place des dispositifs  
10 connus de l'homme de l'art et d'usage courant dans l'industrie pharmaceutique tels qu' à titre d'exemples non exhaustifs : fenêtre à châssis fixe, sas d'entrée sortie, système de conditionnement de surpression et de filtration d'air,

- la récolte de ladite biomasse contenue par tout dispositif adapté connu de l'homme de l'art, tel qu' à titre d'exemples non exhaustifs : filtre à tambour  
15 rotatif, filtre à tamis vibrant, filtre sous vide d'air, filtre à toile mobile, centrifugeuse,

- l'approvisionnement desdits photobioréacteurs en intrants liquides, gazeux ou solides, ce qui suppose que les unités de stockage de produits, les canalisations de distribution de gaz et de liquides nécessaires soient adaptés  
20 aux nécessités de l'exploitation selon les modes particuliers de réalisation,

- Le traitement de ladite biomasse récoltée et son conditionnement sous forme fraîche, surgelée ou déshydratée à partir de dispositifs techniques tels qu'à titre d'exemples non exhaustifs : pressoir, séchoir, évaporateur, dessiccateur, centrifugeuse, système de lyophilisation, tunnel de surgélation,  
25 ensacheuse, chambre froide, tour d'atomisation, broyeur,...

Pour respecter le positionnement spatial, décrit précédemment, dudit bloc technique (2) par rapport à ladite chambre de culture (1) associée, il convient selon les modes de réalisation particuliers de l'invention soit de construire ladite seconde enceinte (5) de confinement sous le niveau du sol et  
30 où sont positionnées lesdites chambres de culture (1), soit d'aménager dans

cette enceinte, à l'endroit de chaque bloc technique (2), une fosse permettant de l'y positionner.

Selon un mode particulier de réalisation privilégié de l'invention, lesdites chambres de culture (1) sont réalisées à partir d'une gaine de matériau souple  
5 étanche à l'eau et à l'air, perméable à la lumière visible et gonflable en étant susceptible de supporter une surpression interne d'air ou de gaz inférieure à cinq cent millibars.

Une gaine de film polyéthylène agricole translucide d'une épaisseur minimale de vingt centièmes de millimètre, obtenue par le procédé industriel  
10 connu de l'extrusion, est à titre d'exemple non limitatif un matériau adapté à la construction dudit dispositif.

La longueur de ladite gaine est comprise entre vingt et deux mille fois sa laize. La longueur requise pour ce mode particulier de réalisation de l'invention peut être obtenue par la mise bout à bout et l'assemblage par soudure ou  
15 collage par tout moyen technique approprié connu de l'homme de l'art de plusieurs gaines de laizes identiques et de longueurs inférieures à celle requise.

Selon le mode de réalisation général de l'invention, un revêtement de la dalle support nivelée telle que décrit précédemment peut être réalisé selon les règles de l'art par la mise en œuvre de tout matériau adéquat, tel qu'à titre  
20 d'exemple non limitatif : sable, béton, bitume, bois, carrelage. Ce revêtement assure la fonction principale de protection de l'intégrité physique de ladite gaine souple, réputée fragile.

Cette protection peut être renforcée par l'insertion d'une couche de protection entre ladite gaine et ladite dalle support, revêtue ou non. Ladite  
25 couche peut être composée d'un film plastique, d'un feutre, d'une géomembrane, d'un géotextile ou de toute autre matière ou matériau adaptés à cet usage.

La masse du liquide constituant le milieu de culture une fois introduit dans la gaine assure, compte tenu du profil transversal de la dalle support  
30 l'ancrage au sol indispensable du dispositif.

La chambre de culture est maintenue en légère surpression d'air ou de gaz de l'ordre de quelques dizaines de millibars obtenue à partir d'un dispositif de compression d'air adapté situé dans ledit bloc technique (2) juxtaposé à ladite chambre de culture (1). La surpression interne est adaptée en permanence afin d'autoriser les déformations de ladite chambre de culture (1) sous l'effet du vent ou d'une pression exercée par tout moyen sur la face externe de ladite gaine.

Le dispositif conforme à l'invention est particulièrement destiné à l'équipement de sites de production de volumineuses biomasses de micro-organismes aquatiques photosynthétiques, d'une superficie opérationnelle au moins égale à un hectare.

Il convient de préciser que le dispositif précédemment décrit peut recevoir tout élément non décrit et s'inscrivant dans le cadre de l'invention.

Les exemples de réalisation de l'invention présentés ci-dessus ont été choisis du fait de leur caractère pratique. Il ne serait cependant pas possible de répertorier de manière exhaustive tous les modes de réalisation que recouvre cette invention.

En particulier, tout moyen décrit peut être remplacé par un moyen équivalent sans sortir du cadre de la présente invention.

## Revendications

1) Dispositif de production de biomasses de toutes espèces de micro algues et de cyanobactéries, et plus généralement de tous micro organismes dont la croissance repose sur la photosynthèse en milieu liquide, caractérisé en ce que, présentant deux enceintes de confinement imbriquées et construites in situ:

i) Ladite première enceinte de confinement est constituée d'un photobioréacteur composé de deux sous dispositifs juxtaposés et interdépendants qui sont :

10 a) une chambre de culture (1) étanche à l'air et à l'eau, perméable à la lumière visible sur sa partie supérieure, et d'un volume intérieur idéalement supérieur à cinquante mètres cubes, construite longitudinalement sur un sol plan et profilé ;

b) un bloc technique (2) juxtaposé à ladite chambre de culture (1) en au moins l'une de ses extrémités (4), ledit bloc technique (2) regroupant l'ensemble des équipements techniques de conduite et de contrôle des cultures des biomasses, de régulation thermique et de circulation de l'ensemble des fluides mis en œuvre ;

15 ii) Ladite seconde enceinte de confinement (5) regroupe lesdits blocs techniques (2) de plusieurs photobioréacteurs juxtaposés, ladite seconde enceinte (5) contenant l'ensemble des moyens techniques nécessaires d'une part au fonctionnement normal desdits photobioréacteurs et d'autre part à la récolte et au traitement de ladite biomasse de manière à la maintenir en ambiance confinée, jusqu'au stade ultime de son conditionnement pour l'utilisation définie par l'exploitant du dispositif.

25

2) Dispositif de production selon la revendication 1, caractérisé en ce que, la chambre de culture (1) se présente en forme de U aux deux extrémités (4) libres juxtaposées, lesdites extrémités (4) sont connectées audit bloc technique (2) dudit photobioréacteur.

3) Dispositif de production selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit bloc technique (2) dudit photobioréacteur est positionné sous le niveau du sol et sous le niveau de ladite chambre de culture (1).

4) Dispositif de production selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'air et les gaz contenus dans ladite chambre de culture (1) sont maintenus en surpression.

10

5) Dispositif de production selon la revendication 4, caractérisé en ce que la couverture supérieure de ladite chambre de culture (1) est constituée d'un matériau souple et le niveau de la surpression de l'air et des gaz (6) contenus dans ladite chambre de culture est adapté pour soulever la totalité de la surface de la couverture supérieure et la maintenir éloignée de la masse du contenu liquide (7) de ladite chambre de culture (1).

6) Dispositif de production selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite chambre de culture (1) présentant une hauteur et une largeur de voie, ladite hauteur reste inférieure à 25% de ladite largeur.

7) Dispositif de selon la revendication 5 caractérisé en ce que la couverture supérieure souple de la chambre de culture (1) peut être momentanément posée sur le liquide (7) contenu par arrêt de la mise en surpression de l'air et des gaz (6) contenus, ledit dispositif se trouvant sécurisé par la réduction de la prise au vent.

8) Dispositif de production selon la revendication 7 caractérisé en ce que la couverture supérieure souple de la chambre de culture (1) est momentanément recouverte d'une couche d'eau, le dispositif se trouvant sécurisé.

5 9) Dispositif de production selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite chambre de culture (1) est positionnée sur une étendue d'eau naturelle ou artificielle de faible profondeur.

10 10) Procédé de production de biomasse mettant en œuvre ledit dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes.

11) Procédé de production de biomasse selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'il comprend au moins une des phases suivantes :

15 - la circulation du milieu de culture entre les deux voies de ladite chambre de culture (1),

- la mise en surpression permanente de ladite chambre de culture (1),

- l'approvisionnement en éléments intrants solides, liquides ou gazeux,

- le contrôle permanent ou ponctuel des cultures à partir de tous dispositifs de mesure,

20 - l'extraction des déchets minéraux ou organiques hors de ladite chambre de culture (1),

- l'extraction temporaire et la réinjection dudit milieu de culture hors de et dans ladite chambre de culture (1) aux fins de récolte de ladite biomasse produite,

25 - la régulation thermique dudit liquide contenu (7) dans ladite chambre de culture (1),

- 17 -

- Le confinement dudit dispositif constituant la zone de travail,
  
- Le traitement et le conditionnement de ladite biomasse récoltée,

