

ROYAUME DU MAROC  
-----  
OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIÉTÉ (19)  
INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE  
-----



المملكة المغربية  
-----  
المكتب المغربي  
للملكية الصناعية والتجارية  
-----

## (12) FASCICULE DE BREVET

(11) N° de publication : **MA 31777 B1** (51) Cl. internationale : **A01D 44/00; A01G 33/00**

(43) Date de publication :  
**01.10.2010**

---

(21) N° Dépôt :  
**32772**

(22) Date de Dépôt :  
**14.04.2010**

(30) Données de Priorité :  
**20.09.2007 EP 07116877.7**

(86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT :  
**PCT/EP2008/062585 19.09.2008**

(71) Demandeur(s) :  
**SBAE INDUSTRIES NV, Oostmoer 22a , B-9950 Waarschoot (BE)**

(72) Inventeur(s) :  
**VANHOUTTE, KOENRAAD ; VANHOUTTE, JAN**

(74) Mandataire :  
**ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY (TMP AGENTS)**

---

(54) Titre : **METHODE DE RECOLTE D'ALGUES OU DE PLANTES ET DISPOSITIF UTILISE A CETTE FIN**

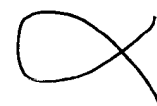
(57) Abrégé : LA PRÉSENTE INVENTION A TRAIT À UN PROCÉDÉ DE RÉCOLTE D'ALGUES ET/OU DE PLANTES DANS LE CADRE D'UN SYSTÈME OUVERT ET CONTINU, DANS LEQUEL LES ALGUES ET/OU LES PLANTES SONT CULTIVÉES SUR UN SUBSTRAT SUBMERGÉ, PROCÉDÉ CARACTÉRISÉ EN CE QUE LE SUBSTRAT EST DÉPLACÉ LORS DE LA CROISSANCE DES ALGUES OU DES PLANTES.

Résumé

Une méthode de récolte d'algues et/ou de plantes dans un système ouvert et continu où les algues et/ou les plantes sont cultivées sur un substrat submergé, se caractérisant par le fait que le substrat est déplacé durant la croissance des algues ou des plantes.

5

Schéma 1



3/2/2010  
01 OCT 2010**Méthode de récolte d'algues ou de plantes et dispositif utilisé à cette fin**Domaine d'invention :

La présente invention concerne une méthode de récolte d'algues et/ou de plantes.

Contexte de l'invention :

Il est généralement admis que les algues ou plantes aqueuses cultivées offrent un large champ d'application. En effet, les algues représentent une source future de nourriture et d'alimentation mais deviennent également une source importante de bioénergie.

Par conséquent, le développement d'une méthode efficace et économiquement acceptable de croissance d'algues ou de plantes répond à une nécessité croissante. Une telle méthode est décrite dans WO 98/18344 et consiste à offrir un substrat se présentant sous la forme d'un grand filet submergé dans un réservoir d'eau. Le filet est artificiellement inoculé d'algues et le réservoir est rempli d'eau et de nutriments destinés à la croissance d'algues jusqu'à un stade où le substrat est à peine submergé mais encore capable de capturer suffisamment de lumière solaire, nécessaire à la croissance des algues. Dès que le substrat est entièrement recouvert d'algues, la récolte peut avoir lieu.

Cette méthode présente toutefois pour inconvénient qu'elle nécessite de vastes superficies de terre pour la croissance des algues, ce qui implique non seulement une augmentation des coûts d'investissement en capitaux pour assurer la croissance des algues mais pose également certaines difficultés en matière de contrôle du processus de croissance, tel que le renouvellement des nutriments et le contrôle de la température.

Un autre inconvénient de la méthode réside dans le fait que la récolte pose un véritable problème d'engorgement pour une production de masse, les algues formant un biofilm sur le substrat, difficile à enlever et nécessitant le recours à un équipement spécial qui se déplace sur le filet pour collecter les algues.

La présente invention a pour objectif de surmonter les inconvénients susmentionnés et d'offrir une méthode de récolte efficace et économiquement saine des algues et/ou des plantes.

Description sommaire de l'invention :

La présente invention concerne une méthode de récolte des algues et des plantes dans un système ouvert et continu où les algues et/ou les plantes sont cultivées sur un substrat submergé, se caractérisant par le fait que le substrat est déplacé durant la croissance des algues ou des plantes.

Description détaillée de l'invention :

Selon la présente invention, la biomasse qui est développée ou cultivée se compose principalement de microorganismes. Aux fins de la présente invention, on entend que les microorganismes sont tous des organismes, unicellulaires et multicellulaires, dont la taille maximale est inférieure à 2 millimètres. Cependant, les communautés microbiennes naturelles hébergent généralement un grand nombre d'organismes dont la taille excède nettement les critères de 2 millimètres, tels que des algues filamenteuses ou des nématodes, par exemple. Par conséquent et aux fins de la présente invention, nous déclarons explicitement que le terme de "communautés microbiennes" est compris comme incluant tous les organismes de plus grande taille qui se présentent naturellement au sein ou autour de ces communautés. Il s'agit, par exemple mais sans limitation, d'algues filamenteuses, de vers nématodes, de crustacés, d'insectes, etc.

La biomasse développée selon la présente invention comporte des communautés microbiennes en général et certains groupes de microorganismes en particulier. La détermination d'un "groupe" peut se fonder sur une classification taxonomique, écologique ou sur toute autre classification de nature fonctionnelle.

Une biomasse se composant de communautés microbiennes attachées et dominées par le groupe d'algues Bacillariophyta ou "diatomées" constitue un exemple de préférence possible d'une biomasse produite par cette invention.

On notera encore que, dans le cadre de la présente invention, le terme de

biomasse recouvre également les plantes aqueuses, de préférence les macro-algues.

5 La présente invention concerne une méthode de récolte d'algues ou de plantes dans un système ouvert et continu où les algues et/ou plantes sont cultivées sur un substrat submergé se caractérisant par le fait que ce substrat est déplacé durant la croissance des algues ou des plantes.

10 Le substrat se déplace, de préférence, d'un point d'entrée vers un point de sortie.

Selon une méthode de préférence de l'invention, les algues ou plantes sont submergées durant le mouvement allant du point d'entrée au point de sortie.

15 Selon un mode de réalisation de haute préférence, le substrat est inoculé au point d'entrée et/ou la biomasse est récoltée au point de sortie.

Le substrat est, de préférence, submergé dans un courant d'eau s'écoulant à contre-courant par rapport au substrat.

20 Selon la méthode de l'invention, on préfère encore que le substrat définisse une surface principale placée de biais et de préférence perpendiculaire par rapport au courant d'eau.

25 Selon une configuration préférée de la présente invention, la méthode comporte la création de vagues dans un courant d'eau.

Selon une autre configuration préférée de la présente invention, la méthode comprend un positionnement permettant une inclinaison du substrat en fonction d'une source lumineuse.

30 Selon un autre mode de réalisation de la présente invention, la méthode concerne aussi un dispositif de collecte des algues ou des plantes, lequel comporte (i) au moins une voie d'eau; (ii) un moyen d'y créer un courant d'eau; (iii) au moins un substrat placé dans la voie d'eau afin de permettre la croissance des algues ou des plantes (iv)

un système de récolte permettant d'enlever les algues ou plantes du substrat, se caractérisant par le fait que le dispositif comprend aussi (v) un système permettant de déplacer ledit substrat durant la croissance des algues ou des plantes.

5 L'installation comporte de préférence aussi un dispositif permettant un positionnement incliné du substrat dans la voie d'eau.

10 Selon la présente invention, le mouvement du substrat d'un point d'entrée (entrée) vers un point de sortie durant la croissance des algues induit un processus continu de croissance et de récolte, lequel permet à son tour un accroissement du rendement au mètre carré par rapport aux méthodes traditionnelles. Ainsi, la méthode utilisée par la présente invention permet non seulement un contrôle plus facile du processus de croissance mais également une réduction sensible de l'investissement en capitaux.

15 La méthode adoptée par la présente invention offre pour autre avantage majeur de permettre l'exécution de la récolte en un endroit fixe, rendant inutile le recours à un mécanisme de récolte mobile complexe.

20 Selon un mode de réalisation de la présente invention, les algues ou plantes sont récoltées de préférence lorsqu'elles sont submergées. La récolte des algues ou des plantes en submersion permet de minimiser la dégradation des algues ou des plantes et de prévenir le risque de les voir retomber dans l'eau sous l'effet de la pesanteur, empêchant de la sorte les pertes de biomasse. De plus, la biomasse à la sortie de l'eau peut se déshydrater et/ou se décomposer (à un niveau cellulaire) ou peut, par exemple, s'oxyder (à un niveau moléculaire). La présente invention permet de minimiser la déshydratation et la dégénérescence de la biomasse, avec pour résultat l'obtention d'une biomasse homogène et de haute qualité.

25 30 Selon un mode de réalisation de préférence, le substrat est submergé dans un courant d'eau, l'écoulement de l'eau allant à contre-courant du mouvement du substrat.

Selon la présente invention, il n'est pas étonnant de constater que le système de



contre-courant permet de fournir de hauts niveaux de nutriments pour la densité la plus élevée en biomasse en fin du processus de croissance, alors que les niveaux de nutriments les plus bas réalimentent les densités les plus faibles de biomasse en phase de colonisation initiale. Sans vouloir se lier par quelque théorie, on estime que cette configuration empêche fondamentalement qu'une limitation des nutriments puisse compromettre la croissance de la biomasse à l'une des phases de développement de la biomasse microbienne. En outre, l'écoulement à contre-courant permet d'empêcher de hauts niveaux de nutriments en fin du courant d'eau, limitant ainsi le besoin d'une purification des eaux usées.

Assurer un contre-courant offre certains avantages importants, tout spécialement en termes d'auto-inoculation et de renouvellement des nutriments.

En ce qui concerne l'auto-inoculation, on notera que la configuration de substrats en mouvement pourrait être décrite comme un train de substrats. Ce train se déplace en un mouvement continu. Avec un système à contre-courant, une pluie d'espèces se produira, consistant en une biomasse suspendue dans le courant d'eau. Comme cette pluie d'espèces se déplace en aval (ou jusqu'au train de substrat), elle rencontre de plus en plus de substrats moins colonisés, ce qui augmente la probabilité de voir de nouvelles espèces s'implanter avec succès et coloniser ces substrats.

Il existe encore une autre configuration de préférence de la méthode selon l'invention qui comporte la création de vagues dans le courant d'eau.

Conformément à la présente invention, il a été constaté qu'une action ondulatoire permet une meilleure capture de la lumière solaire incidente. Par conséquent, la configuration entière permet à plus d'énergie lumineuse de pénétrer la colonne d'eau et d'être donc absorbée dans la biomasse microbienne. En outre, l'effet ondulatoire permet un effet lumineux alternatif (aussi nommé "scintillement") qui produit un effet bénéfique sur la croissance de la biomasse. L'effet lumineux a pour effet une production plus importante de biomasse d'une composition choisie.

Dans une méthode de haute préférence de la présente invention, la méthode comprend un positionnement incliné du substrat en fonction d'une source lumineuse telle que le



soleil.

Comme, au cours de la journée et/ou avec le changement de saisons, la position du soleil par rapport à l'emplacement des substrats change, il serait profitable de pouvoir synchroniser l'inclinaison de la position des substrats et/ou la modifier in situ. Ce positionnement des substrats en inclinaison adaptable optimise la corrélation entre la lumière solaire incidente et la croissance de la biomasse. S'il y a trop de lumière solaire (par exemple, les journées ensoleillées d'été), l'inclinaison peut être modifiée de manière à accroître l'ombre qui, à son tour, permet de mieux protéger la biomasse contre la surexposition induisant une photo-inhibition. S'il y a trop peu de lumière solaire (comme lors des jours couverts de l'hiver), l'inclinaison pourrait être modifiée de manière à permettre une capture maximale de la lumière incidente perpendiculaire du soleil. En outre, l'inclinaison adaptée pourrait être encore déterminée de manière à favoriser au maximum la croissance et le rendement de la biomasse pour une composition d'espèces donnée. Le degré d'inclinaison des substrats peut également dépendre d'une espèce donnée dans la mesure où une communauté particulière peut préférer un habitat plus ombragé.

Un mode de réalisation de haute préférence de la présente invention consiste à incorporer à la fois la création de vagues et l'inclinaison de la position des substrats, maximalisant ainsi la croissance de la biomasse. En particulier, l'inclinaison peut être adaptée simultanément, de façon optimale, à l'angle d'incidence de la lumière du soleil et à la pente des vagues à la surface de l'eau.

La présente invention concerne également un dispositif permettant de récolter des algues ou des plantes dans un système continu ouvert, ce dispositif comportant (i) une voie d'eau; (ii) un moyen d'y créer un courant d'eau; (iii) au moins un substrat placé dans la voie d'eau afin d'y assurer la croissance des algues ou des plantes (iv) un dispositif de récolte permettant d'enlever les algues ou les plantes du substrat, se caractérisant par le fait que le système comprend aussi (v) un dispositif permettant de déplacer ledit substrat d'un point d'entrée à un point de sortie de la voie d'eau durant la croissance des algues ou des plantes.





Schémas et exemples :

Les modes de réalisation de préférence suivants d'une méthode et d'un système ouverts continus conformes à l'invention visant la croissance d'algues ou de plantes sont décrits ici en détail, en référence aux dessins joints en accompagnement, où:

5

Le schéma 1 représente une installation de récolte d'algues conformément à la présente invention;

Le schéma 2, à une plus grande échelle, représente une coupe partielle du schéma 1 selon la ligne II-II;

10

Les schémas 3 à 5 représentent une coupe similaire conformément aux lignes III-III, IV-IV et V-V du schéma 1;

Le schéma 6 représente un autre mode de réalisation du schéma 1;

Les schémas 7 et 8 représentent schématiquement des exemples de substrats qui peuvent être utilisés pour récolter des algues au moyen d'une méthode conforme à la présente invention;

15

Le schéma 9 représente schématiquement un substrat mobile dans une voie d'eau;

Le schéma 10 représente schématiquement un principe d'inclinaison des substrats.

Le schéma 1 représente schématiquement un dispositif 1 visant la croissance et la récolte d'algues au moyen d'une méthode conforme à la présente invention. Le dispositif 1 comporte au moins une, et dans ce cas, deux séries de voies d'eau 2. Chaque série comporte un certain nombre de voies d'eau 2 parallèles adjacentes qui sont séparées à l'aide d'arêtes 3.

20

Toutes les voies d'eau, qui sont linéaires dans ce mode de réalisation, comportent un point d'entrée 4 et un point de sortie 5, où les points d'entrée des différentes voies d'eau dans une série sont tous en communication avec un canal de chargement 6 tandis que les points de sortie 5 des différentes voies d'eau d'une série sont en communication avec ce qui est identifié plus avant comme étant un canal de transport 7.

30

Le dispositif comporte de préférence deux séries de voies d'eau, où les voies d'eau de la deuxième série sont situées dans le prolongement des voies d'eau de la première série. Dans cette configuration, on préfère que les deux séries aient un canal de

transport central commun tandis que les canaux de chargement sont situés sur les côtés opposés des voies d'eau.

5 Le long des arêtes 3 des différents canaux sont prévus des moyens de transport 8 qui peuvent comporter des rails dentés ou une chaîne d'entraînement qui ne figurent pas sur les schémas.

10 Les arêtes sont dotées d'un certain nombre de transporteurs 9 comprenant des roues dentées qui fonctionnent en communication avec les rails dentés précités alors que le canal de chargement 6 est doté d'un dispositif de chargement des transporteurs sur les rails dentés.

15 Comme représenté dans le schéma 2, le canal de transport 7 se divise en deux canaux secondaires 7A-7B, séparés par une arête 10, chaque canal secondaire étant en communication avec une série de voies d'eau 2. A titre optionnel, le canal de transport abrite des emplacements de butée 11 pour les transporteurs à côté du point de sortie 5 de chaque voie d'eau 2. De la même façon, un emplacement de butée 12 peut être prévu près de chaque point d'entrée de voie d'eau dans les canaux de chargement 6.

20 Un canal de rechargement 6 (schéma 6) peut également être prévu afin de permettre la recirculation des transporteurs 9 et/ou de permettre la recirculation de l'eau à partir du point de sortie des voies d'eau vers leurs points d'entrée. Ce canal de recirculation relie à la fois le canal de transport 7 et les canaux de chargement 6. Lors d'une utilisation pour la recirculation de l'eau, on préfère que des points de réalimentation en nutriments soient prévus dans le canal de recirculation ou aux points d'entrée des voies d'eau.

30 L'arête 10 est dotée d'un dispositif de transport 13 autorisant l'acheminement des transporteurs 9 vers une unité de récolte centrale 14. Cette unité de récolte 14 comporte de préférence un dispositif de récolte autorisant l'enlèvement de la biomasse des substrats recouverts. Ce dispositif de récolte peut comporter un racleur, par exemple. A cet égard, on insistera sur le fait que par récolte, il faut

entendre chaque mouvement et processus appliqué au substrat depuis le point de sortie des voies d'eau jusqu'à l'enlèvement effectif de la biomasse des substrats.

5 Dans le mode de réalisation représenté (schéma 2), le dispositif de transport 14 possède deux bras, l'un atteignant chacun des canaux secondaires 7A-7B et chaque bras étant muni d'un disque rotatif doté de plusieurs extensions en forme de crochet qui permettent de lever les transporteurs depuis la position de butée et de les placer sur un râtelier collecteur 15, lequel peut être déplacé le long du canal de transport vers l'unité de récolte 14, comme représenté dans les schémas 3 à 5.

10 Dans une voie d'eau 2 au moins, un substrat 16 est fixé à un transporteur 9 de façon détachable pour la croissance des algues. En mode opératoire, les voies d'eau 2 sont remplies d'eau à un niveau tel que le substrat 16 ou les substrats qui y sont placés soient complètement submergés.

15 Le substrat 16 est de préférence un substrat artificiel se présentant sous la forme, par exemple, d'un écran formant une surface de fixation principale, où la surface principale de fixation est orientée perpendiculairement ou sous un certain angle (oblique) par rapport à la direction de déplacement ou la direction longitudinale de la voie d'eau.

20 Il est clair que l'on positionnera de préférence plusieurs transporteurs chargés de substrats l'un à la suite de l'autre dans les différentes voies d'eau 2. Cette configuration des transporteurs mobiles chargés de substrats artificiels pourrait être décrite comme celle d'un train de transporteurs 9.

25 En ce qui concerne le substrat artificiel, on remarquera qu'idéalement les substrats artificiels 16 ont une surface de fixation maximale pour un volume donné en étant de forme et de structure fractale ou fractaloïde sans devenir si différents du substrat naturel que les communautés microbiennes ne s'y fixeraient plus.

30 Le substrat 16 est placé dans la voie d'eau 2 de telle manière qu'une fois déplacé par la voie d'eau 2, il se voit submergé, parcouru et traversé par l'eau, compte tenu d'une configuration transversale du système. Le problème principal des substrats

traditionnellement utilisés est que, comme la biomasse s'accumule sur les substrats, le système s'engorge et l'écoulement s'arrête, à tel point même que le passage de l'eau s'en trouve complètement bloqué. L'écoulement est maintenu parce que la nature fractaloïde de nos substrats permet une accumulation de la biomasse sur des parties de substrats alors qu'il existe également des ouvertures plus larges qui permettent à l'écoulement de se poursuivre en direction des parties suivantes de substrats. On peut donner pour exemple d'exécution, celle d'un transporteur qui contient une série d'écrans qui forment le substrat. Ces écrans sont perforés selon un modèle fractal (par exemple, de Sierpiński Gasket). Ce modèle divise un triangle en quatre triangles égaux. Le triangle central est ouvert alors que les trois triangles externes sont à nouveau perforés dans le même modèle fractal, le principe se répétant théoriquement de façon infinitésimale. La biomasse commencera à se fixer dans les plus petites zones perforées, lesquelles s'obstrueront graduellement; ensuite les zones perforées plus grandes s'obstrueront mais il existera toujours une ouverture centrale qui permettra à l'eau de continuer de couler. A un moment donné, la surface sera obstruée à un certain degré et il y aura une traînée sur l'écran provoquée par l'écoulement. Cette traînée peut être mesurée au moyen d'un dispositif et peut servir d'indicateur pour choisir le moment idéal de la récolte. Le transporteur chargé des substrats est alors extrait par l'extracteur. Cette configuration de modelage fractal interne permet un positionnement transversal des transporteurs chargés de substrats. Un modelage fractal autre que sur une surface triangulaire peut également être choisi, comme un carré, un hexagone, par exemple. Comme on le sait dans le domaine, les modèles et formes fractals peuvent se présenter à l'extérieur (face externe) d'une surface (par exemple, courbe de Koch). Une autre configuration pourrait consister à voir le modèle fractal distribué non sur un seul écran (ou dans un seul plan) mais se poursuivre sur un certain nombre d'écrans séquentiels. Il s'agirait alors, en principe, d'un modèle "fractaloïde tridimensionnel" ou volumétrique alors que le modèle ci-dessus, sur un seul écran, est considéré comme "fractaloïde bidimensionnel" ou planaire. Les schémas 7 et 8 permettent d'illustrer encore par un exemple non limitatif la nature fractale détaillée des substrats et le positionnement transversal qui force l'eau à les parcourir et les traverser.

En ce qui concerne l'eau dans les voies d'eau et les canaux, on fera remarquer



que le dispositif est de préférence pourvu de systèmes permettant la création d'un courant d'eau coulant à contre-courant par rapport au mouvement des transporteurs et des substrats au travers des voies d'eau.

5 La méthode de récolte conformément à l'invention se présente comme suit :


Afin d'accroître la biomasse, les transporteurs 9 sont chargés de substrats 16 et acheminés en une position de butée 12 au point d'entrée 4 d'une voie d'eau 2. Depuis la position de butée 12, les transporteurs 9 se déplacent vers la voie d'eau 2 et  
10 descendent ensuite cette voie d'eau à l'aide du dispositif de transport 8.

En général, l'invention implique fondamentalement que les substrats artificiels 16 soient fixés sur des porteurs mobiles 9 dans la voie d'eau 2. Ces transporteurs 9 se déplacent graduellement le long de la voie d'eau 2 à partir d'un point d'entrée 4 vers  
15 un point de sortie 5. L'eau dans la voie d'eau est de préférence une eau courante qui s'écoule de préférence du point de sortie 5 vers le point d'entrée 4 (à contre-courant).

Les transporteurs 9 chargés de substrats artificiels 16 commencent au point d'entrée 4 dans la mesure où les substrats artificiels qui viennent d'être insérés sur les  
20 transporteurs 9 n'ont pas ou n'ont que très peu d'algues fixées. Comme ils se déplacent le long de la voie d'eau 2, les substrats artificiels 16 se colonisent graduellement de microorganismes et une biomasse microbienne s'accumule. La biomasse s'accumule pendant toute la durée où les substrats artificiels 16 chargés sur les transporteurs 9 restent dans cette voie d'eau 2.

25 Généralement, la biomasse accumulée se sature après un certain temps. On définit ici qu'elle est saturée lorsqu'elle commence à perdre de la biomasse parce que la biomasse est déchirée par le courant (éboulement).

30 Lorsque l'on vise à développer la biomasse au taux de productivité optimal plutôt qu'à une densité maximale accessible, le temps nécessaire pour arriver à saturation est, dès lors, la durée de séjour des transporteurs dans la voie d'eau 2, celle qui est ciblée dans cette configuration mobile.



La période de séjour souhaitée (temps de séjour) et la longueur des voies d'eau déterminent la vitesse à laquelle les transporteurs se déplacent dans la voie d'eau. Au terme de cette période, lorsqu'ils arrivent au point de sortie 5 de la voie d'eau 2, les substrats artificiels 16 sont par conséquent recouverts de façon optimale par les communautés microbiennes. À ce moment, ils sont déchargés de la voie d'eau 2 à la position de butée.

Les substrats 16 sont placés dans cette position de butée sans que les substrats 16 et la biomasse correspondante ne soient retirés de l'eau. La position de butée est un environnement aqueux. L'enlèvement des substrats hors de l'eau serait possible en principe mais donnerait lieu à une rupture partielle ou totale des communautés microbiennes sous l'effet de la pesanteur, avec pour conséquence qu'une partie ou la totalité de la biomasse serait perdue dans le courant. Le déplacement des substrats dans une position de butée sans les lever hors de l'eau est plus bénéfique en termes de rendement final de la biomasse par unité de temps et unité de surface.

A partir de la position de butée, les substrats sont transportés par le canal de transport 7 vers l'unité de récolte 14, où la biomasse est retirée des substrats 16 et soumise encore à un traitement postérieur. Comme mentionné ci-dessus, on préfère que, jusqu'à la récolte au moins, la biomasse soit tenue submergée. Par conséquent, il va sans dire que le niveau de l'eau dans le canal de transport 7 et les positions de butée correspondantes 11 devrait être suffisamment élevé pour submerger les substrats 16 recouverts.

Hormis le transport des substrats, le canal de transport 7 assure de préférence une fonction d'entrée pour l'eau influente riche en nutriments qui est dirigée par les voies d'eau à contre-courant par rapport aux substrats mobiles, bien qu'un canal ou un conduit séparé puisse être utilisé pour l'approvisionnement en eau influente riche en nutriments.


La position de butée dans le canal de transport est construite de préférence de telle sorte qu'un certain nombre de ces substrats artificiels puisse y être placé. La position de butée est continuellement alimentée en nouvelle eau riche en nutriments (influyente)

dans la mesure où elle se trouve tout au début de chaque voie d'eau de croissance 2. A ce point, l'eau riche en nutriments contient sa concentration la plus élevée de nutriments. Cela permet à la biomasse de séjourner durant une longue période in situ sans connaître d'effets indésirables résultant d'une réduction du courant ou d'une limitation des nutriments. Cette période permet également au dispositif de transport de se déplacer en amont et en aval du canal transversal sans conflit.

Le transport des substrats le long du canal de transport s'effectue au moyen du dispositif de transport 13 collectant la biomasse de manière à rester en conditions de croissance optimales (à savoir, en submersion dans le courant d'eau riche en nutriments). Cette configuration permet une productivité maximale et une perte minimale de biomasse. Le dispositif de transport 13 se déplace en amont et en aval du canal de transport en un certain laps de temps, grâce aux positions de butée 11. Ce laps de temps permet à un système de commande (par exemple, un ordinateur, un PLC) de déterminer la séquence optimale de récolte. En principe, on pourrait fort bien le déterminer par l'observation et l'exécuter manuellement mais l'automatisation permet une utilisation plus optimale et plus économique des ressources disponibles (main-d'œuvre, temps, énergie,...).

Après la collecte, le dispositif de transport 13 se déplace le long du canal de transport 7 vers une unité centrale de récolte et de traitement 14, où les substrats sont délivrés et le dispositif de transport 13 peut retourner collecter de nouveaux substrats recouverts.

Après l'enlèvement de la biomasse, les substrats 16 et les transporteurs 9 peuvent être rechargés dans les voies d'eau afin de maintenir le train des transporteurs 9 en fonction. Ce train se déplace en mouvement continu à une vitesse déterminée. Dans cette configuration de transporteurs mobiles, il est clair que les nouveaux transporteurs de substrats artificiels doivent être insérés continûment au début de chaque voie d'eau de croissance. C'est essentiel si l'on veut que le train mobile de transporteurs puisse être complet et fournir un approvisionnement continu en biomasse microbienne accumulée en finale. C'est à ce point de rechargement qu'il existe une possibilité supplémentaire de modifier l'espacement entre les transporteurs, c'est-à-dire plus ou moins d'espacement entre les transporteurs du train mobile.



L'espacement peut être modifié pour un certain nombre de raisons : modification des propriétés de l'eau, caractère saisonnier, biomasse désirée, ....

Le rechargement des voies d'eau de croissance peut s'effectuer de différentes façons. Les nouveaux transporteurs pourraient être insérés manuellement ou automatiquement par une machine ou un dispositif. Ils pourraient être insérés à partir d'une position à base de terre ou d'eau.

Idéalement, le rechargement s'effectue à l'aide d'une configuration intégrée, qui permet de remplir de multiples fonctions. Une configuration possible consiste à intégrer la fonction du canal effluent et du canal 6 de chargement des nouveaux transporteurs. Ce canal 6 collecte l'eau épuisée en nutriments ou effluente provenant de chaque voie d'eau de croissance. Le canal 6 apporte l'effluent vers un endroit central en vue d'un traitement, d'une utilisation, d'un recyclage ou d'une décharge ultérieure. Le long de ce canal, le système de chargement susmentionné se déplace en amont et en aval, insérant de nouveaux transporteurs dans chaque voie d'eau de croissance 2. Le système de chargement a collecté les nouveaux transporteurs depuis un endroit central où ils ont été préparés puis les achemine à chaque voie d'eau de croissance 2.

Une butée de chargement intermédiaire peut éventuellement être envisagée comme position d'attente intermédiaire avant que les transporteurs ne soient engagés dans le train de transporteurs mobile en cours. Cette possibilité pourrait être envisagée comme une troisième fonction du canal de rechargement. Une autre solution consisterait à intégrer cette butée de chargement 12 dans chaque voie d'eau de croissance.

Une autre réalisation pourrait consister en un dispositif sur terre qui place les transporteurs sur une butée de chargement "sèche". A partir de cette butée de chargement sèche, ils sont ensuite libérés par la construction de butée automatisée et placés en environnement aqueux dans le train mobile de transporteurs. L'eau effluente pourrait être capturée dans un canal séparé pour traitement supplémentaire ou élimination.





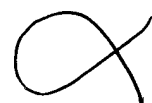
Le système de butée de chargement "humide" offre l'avantage d'une plus grande efficacité de colonisation. La butée contiendra généralement un certain nombre de transporteurs chargés de substrats artificiels. Ceux-ci seront généralement placés à proximité l'un de l'autre, à une distance sensiblement plus proche que l'intersection qui les sépare dans le canal de croissance. De la sorte, ces transporteurs étroitement rapprochés agiront comme un filtre qui "capturera" de petites particules de biomasse provenant de l'effluent. Ainsi, les espèces microbiennes coloniseront plus facilement ces transporteurs qui "attendent" dans la butée de chargement.

Une butée de chargement 12 chargée automatiquement offre pour autre avantage le fait que le dispositif de chargement peut charger des transporteurs 9 qui possèdent différents types de substrats artificiels. Cela permet de créer une certaine séquence dans les substrats artificiels au sein de la voie d'eau de croissance.

Cette technique permet d'assurer un meilleur contrôle du courant d'eau dans les voies d'eau de croissance. Un contrôle accru du courant d'eau, en utilisant par exemple des séquences particulières de substrats artificiels (fractaloïdes), permet une meilleure capture de l'énergie cinétique par la biomasse en croissance ainsi qu'une amélioration au niveau du renouvellement et de l'absorption par la biomasse en croissance des nutriments nécessaires.

### Contre- courant

La direction du courant d'eau dans les voies d'eau 2 est de préférence à contre-courant. Dans le cas présent, le contre-courant est obtenu en utilisant le canal de transport 7 qui conduit l'eau douce riche en nutriments (influyente) vers les différentes voies d'eau de croissance 2 pour réalimenter en nutriments la biomasse en croissance. Le système de contre-courant offre de hauts niveaux de nutriments pour la densité la plus élevée en biomasse en finale de la voie d'eau de croissance alors que les niveaux de nutriments les plus faibles réalimentent les densités les plus faibles de la biomasse en phase de colonisation initiale.



Cette configuration empêche substantiellement qu'une limitation des nutriments n'affecte la croissance de la biomasse à l'une des phases de développement de la biomasse microbienne.

5 Dans la configuration à contre-courant, les transporteurs artificiels peuvent être inoculés par une pluie continue d'espèces qui provient directement de petites particules de biomasse se détachant des substrats dans les voies d'eau.

Cette auto-inoculation est particulièrement bénéfique en combinaison avec un système ouvert. Par "ouvert", on entend que le système et particulièrement les  
10 substrats sont ouverts à l'environnement de telle sorte qu'une pluie d'espèces externe provenant du réservoir d'espèces régionales peut inoculer les substrats. Cette inoculation naturelle constitue le mécanisme qui permet aux communautés microbiennes de choisir de nouvelles espèces comme Système adaptatif complexe pour faire partie des communautés microbiennes adaptées. De cette façon, les  
15 communautés s'adaptent continûment à un environnement changeant et un système ouvert continu est créé, où ouvert signifie ouvert au réservoir d'espèces régionales et continu désigne des communautés en adaptation constante.

Comme susmentionné, le système à contre-courant donne lieu, en outre, à une  
20 modification de manière profitable de la pluie d'espèces de provenance régionale. Au moment où les espèces provenant de la pluie d'espèces externes sont capturées par la biomasse à l'entrée de l'eau influente, un certain nombre de microorganismes seront inévitablement libérés de façon continue par cette biomasse accumulée sur les substrats dans le train de transporteurs. En  
25 conséquence, le nombre de propagules (ou unités de colonisation) est plus élevé puisque un plus grand nombre d'organismes se retrouvent en suspension dans le courant d'eau. Cette biomasse microbienne accumulée à la fin de la voie d'eau est déjà adaptée de façon optimale à l'environnement, de sorte que les espèces provenant de cette communauté sont plus susceptibles d'être mieux  
30 adaptées à une colonisation dans l'environnement situé en aval.

Cela modifie, en effet, la pluie d'espèces de telle manière qu'elle contient des espèces qui ont déjà été sélectionnées comme étant mieux adaptées à la

colonisation. La probabilité d'une colonisation réussie d'organismes dans cette pluie d'espèces est, par conséquent, sensiblement plus grande. Comme le nombre de propagules est plus élevé, cette configuration n'exclut pas une adaptation des communautés à des conditions changeantes en incorporant de nouvelles espèces provenant du réservoir d'espèces régionales. L'inoculation continue à l'aide d'espèces provenant des communautés déjà adaptées est désignée sous le terme d'auto-inoculation. Le mécanisme qui permet l'auto-inoculation permet une composition plus stable et plus prévisible de la biomasse accumulée et donc de la production finale de biomasse. Il permet également une colonisation plus efficace des transporteurs artificiels nouvellement insérés.

En utilisant ce que l'on appelle l'approche du système adaptatif complexe (SAC) et en traduisant le principe du SAC en un système ouvert et continu aménagé pour en permettre une exploitation pratique, on peut créer ainsi une simulation d'environnement naturel (habitat) pour le développement de microorganismes. Les communautés microbiennes naturelles ont la possibilité de s'adapter dynamiquement à un environnement simulé en mutation, de telle sorte que la composition des communautés change de façon autonome et, en conséquence, les communautés s'adaptent aux conditions environnementales de simulation changeantes. L'adaptation autonome et l'interaction locale donnent lieu à une auto-organisation des communautés. Un habitat optimal est dès lors créé, où des communautés microbiennes naturelles et diverses peuvent réagir et s'adapter de façon autonome, permettant une production optimisée de biomasse. Contrairement à la production classique en techniques de monoculture, l'utilisation des communautés naturelles et diversifiées permet un habitat plus stable, donnant lieu à son tour à une amélioration de la production de biomasse et donc à un accroissement du rendement par surface.

On fera remarquer, en outre, que le courant d'eau influente peut être adapté ou même rendu variable en fonction de l'endroit dans la voie d'eau. En effet, fournir un courant d'eau influent variable (que ce soit en termes de nutriments ou de vitesse) peut augmenter le contrôle sur les conditions de croissance de la biomasse.

A titre d'exemple, on peut choisir un débit de courant faible au point de sortie 5 des voies d'eau 2 afin de limiter l'éboulement tandis que, plus près du point d'entrée 4, on peut souhaiter un débit de courant plus élevé afin de permettre la création de ce que l'on appelle une pluie d'espèces.

#### 5 Induction de vagues

Hormis les avantages en termes de répartition et d'auto-inoculation des nutriments, la configuration à contre-courant offre également l'avantage de permettre la création de vagues. Il va sans dire que des moyens supplémentaires pour la création de vagues peuvent être prévus dans les voies d'eau 2.

10 L'action ondulatoire de la surface d'eau peut résulter directement de la configuration à contre-courant. Les transporteurs chargés de substrats artificiels sont en position relativement peu profondes sous la surface de l'eau. Le contre-courant rencontre les substrats artificiels et se fraie un passage au travers des modèles de perforation fractaloïdes. Cependant, une partie de l'énergie cinétique  
15 du courant d'eau frappera le bord supérieur du substrat artificiel et poussera une partie de l'eau au-dessus du substrat.

20 Comme la configuration du système est de telle nature que cela se produit juste sous la surface de l'eau, il en résultera la formation d'une vague tandis que l'eau coule/saute au-dessus du substrat. Ce phénomène se produit de façon répétée à chaque fois que le courant de l'eau rencontre le bord supérieur d'un substrat. Il en résulte un modèle envisagé d'action ondulatoire sur toute la longueur de la voie d'eau de croissance, qui s'avère bénéfique dans la mesure où l'action d'ondulation  
25 obtenue permet une meilleure capture de la lumière incidente du soleil. En conséquence, la configuration complète permet à plus d'énergie lumineuse d'entrer dans la colonne d'eau et donc d'être incorporée à la biomasse microbienne. Nous utilisons l'interaction entre l'énergie cinétique de l'eau courante et le positionnement exact des substrats pour convertir plus efficacement l'énergie  
30 solaire en biomasse.

En outre, l'effet d'ondulation engendre un effet de lumière scintillante qui a une



incidence bénéfique sur la croissance de la biomasse. L'effet de lumière scintillante engendre une biomasse de composition choisie plus importante.

5 Il est clair que, pour créer une action de vague, la distance entre les transporteurs suivants dans le train de transporteurs est un facteur important mais que l'action ondulatoire dépend également d'autres paramètres tels que la vitesse du courant d'eau, la profondeur des substrats sous la surface de l'eau, la conception des substrats, la conception de la voie d'eau,... Il serait donc souhaitable que certaines expérimentations directes appliquant un voire plusieurs de ces paramètres  
10 aboutissent à la création de vagues, sans perdre de vue la portée de l'invention.

Une induction additionnelle de vagues, autre que celle qui résulte éventuellement du contre-courant, peut être obtenue au moyen de techniques conventionnelles connues telles que des dispositifs de pompage.

#### 15 Positionnement des substrats

De plus, et comme représenté schématiquement dans le schéma 10, on préfère que l'installation soit dotée d'un dispositif qui permette un positionnement tel que celui d'une inclinaison des substrats en fonction d'une source lumineuse.

20 Comme au fil de la journée et/ou avec les changements de saisons, la position du soleil par rapport à celle des substrats artificiels change, il serait bénéfique de pouvoir modifier l'inclinaison des substrats artificiels in situ. Cette inclinaison adaptable contribue à optimiser la relation entre la lumière incidente du soleil ou toute autre source de lumière par rapport à la croissance de la biomasse.

25 S'il y a trop de lumière solaire (par exemple, lors de journées ensoleillées d'été), le changement d'inclinaison augmente l'ombrage, ce qui permet de mieux protéger la biomasse d'une surexposition qui pourrait provoquer une photo-inhibition. En revanche, s'il y a trop peu de lumière solaire (par exemple, lors de journées nuageuses d'hiver), l'inclinaison pourrait être modifiée afin d'obtenir une captation  
30 maximale de la lumière incidente perpendiculaire du soleil.

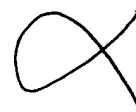
L'inclinaison des substrats artificiels peut être modifiée au cours d'une journée, soit manuellement soit automatiquement, à l'aide d'un système de rétroaction lié à un appareil de mesure optique.

5 En outre, l'inclinaison adaptée pourrait être mieux déterminée encore afin de favoriser au maximum la croissance d'une biomasse de composition particulière. C'est ainsi, par exemple, qu'une communauté particulière peut préférer un habitat plus ombragé.

10 Un autre aspect de cette inclinaison adaptable est que l'inclinaison peut être simultanément adaptée de façon optimale à l'angle d'incidence de la lumière du soleil et à la pente des vagues à la surface de l'eau, ceci afin de maximaliser la croissance de la biomasse.


15 On remarquera aussi que l'action des vagues ainsi que l'inclinaison des substrats ne sont pas seulement bénéfiques pour une méthode de croissance d'algues ou de plantes sur des substrats mobiles mais que, pour les mêmes raisons que mentionnées ci-dessus, elles ont également un impact positif sur la croissance d'algues sur substrats fixes.

20 La présente invention ne se limite nullement au mode de réalisation et à la méthode décrits mais la récolte d'algues ou de plantes selon l'invention peut se faire selon de multiples variantes sans perdre de vue la portée de l'invention.

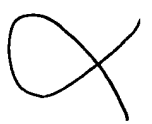


Revendications :

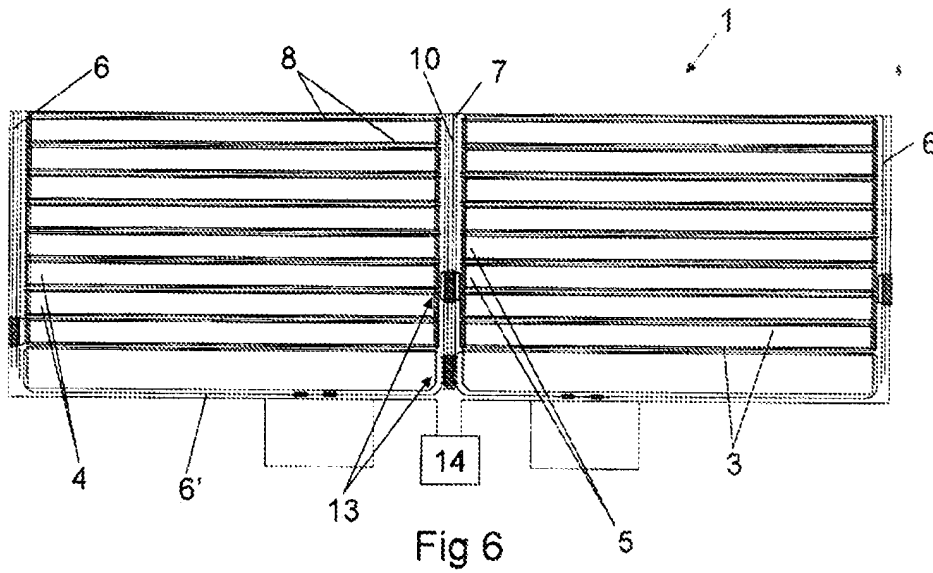
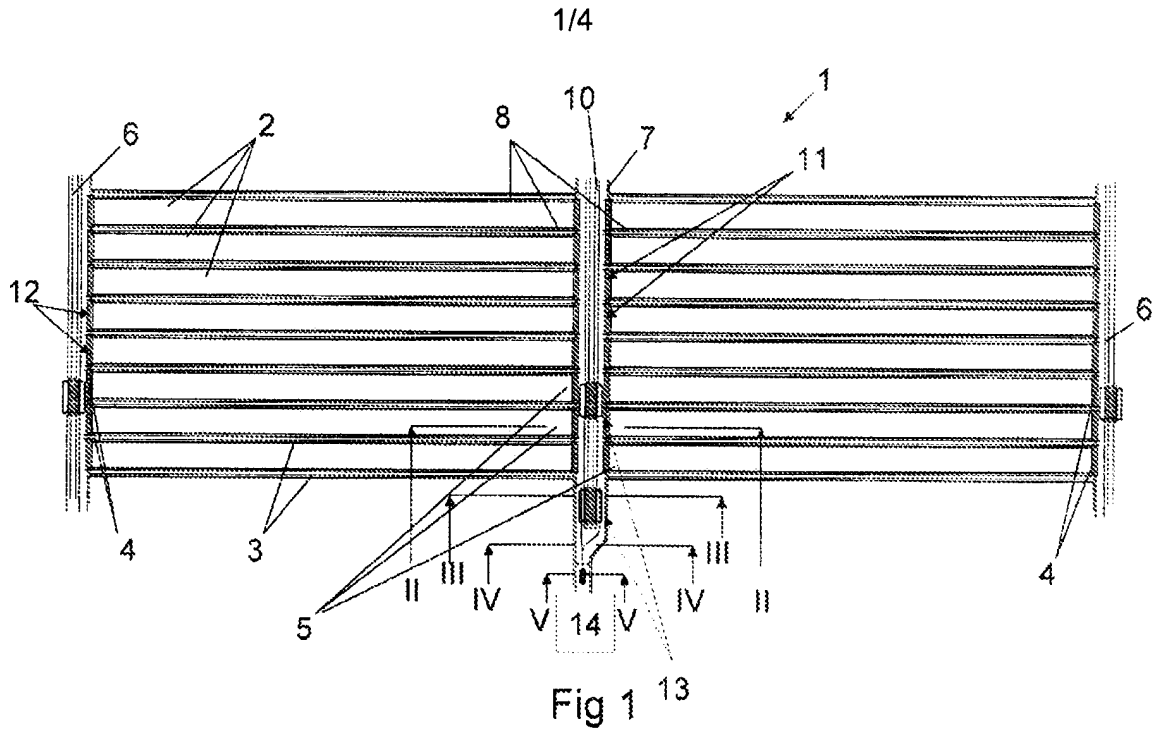
1. Une méthode de récolte d'algues et/ou de plantes dans un système ouvert et continu où les algues et/ou les plantes sont cultivés sur un substrat submergé, se caractérisant par le fait que le substrat se déplace durant la croissance des algues et/ou des plantes.
2. Une méthode selon la revendication 1, se caractérisant par le fait que le substrat est déplacé d'un point d'entrée à un point de sortie.
3. Une méthode selon la revendication 1 ou 2, se caractérisant par le fait que les algues ou les plantes sont submergées durant le mouvement allant du point d'entrée au point de sortie.
4. Une méthode selon l'une des revendications précédentes, se caractérisant par le fait que le substrat est inoculé au point d'entrée.
5. Une méthode selon l'une des revendications précédentes, se caractérisant par le fait que les algues ou plantes sont récoltées au point de sortie.
6. Une méthode selon l'une des revendications précédentes, se caractérisant par le fait que le substrat est submergé dans un courant d'eau, qui s'écoule à contre-courant par rapport au substrat.
7. Une méthode selon la revendication 6, se caractérisant par le fait que le substrat définit une surface principale positionnée de biais et de préférence perpendiculairement par rapport au courant d'eau.
8. Une méthode selon l'une des revendications précédentes, se caractérisant par le fait que des vagues ont été créées dans un courant d'eau.
9. Une méthode selon l'une des revendications précédentes, se caractérisant par un positionnement du substrat en fonction d'une source lumineuse.



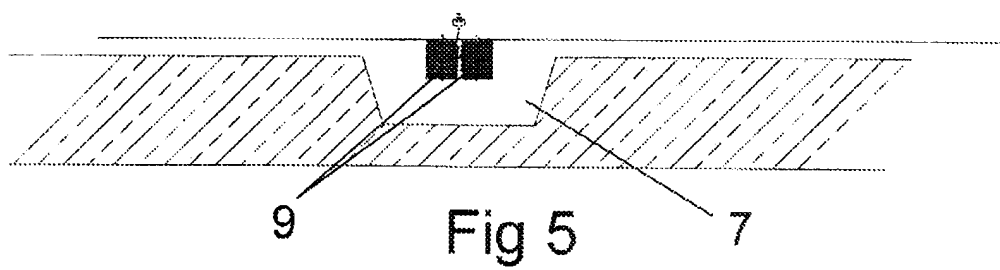
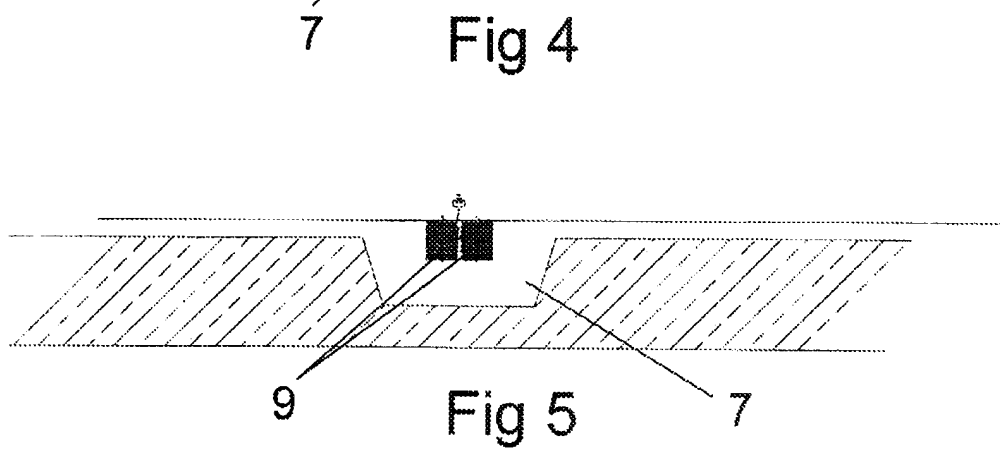
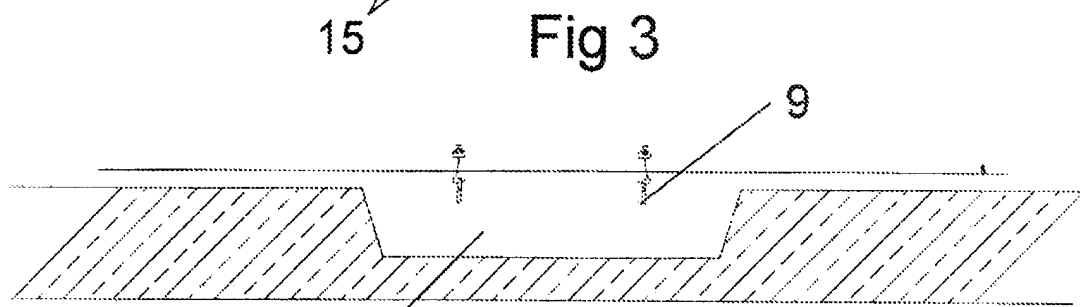
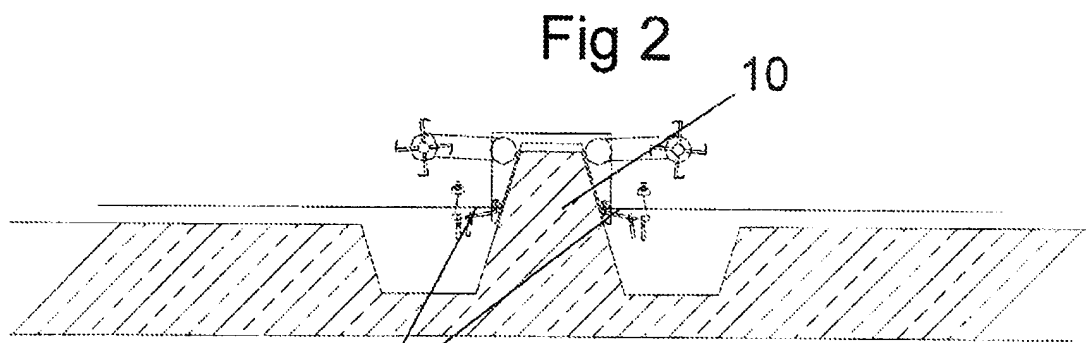
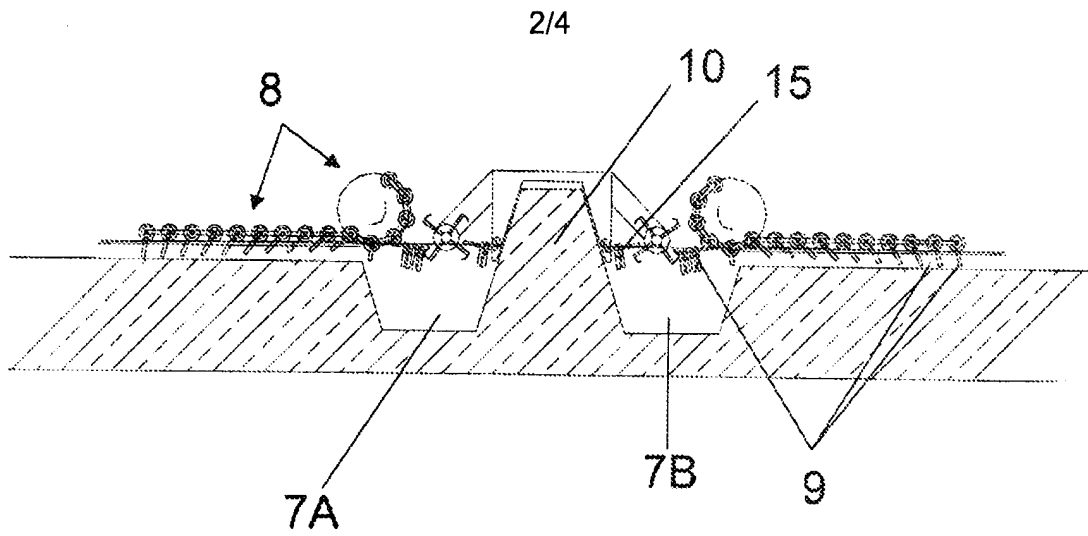
10. Un dispositif destiné à récolter des algues ou des plantes, ce dispositif comportant  
(i) au moins une voie d'eau; (ii) un moyen d'y créer un courant d'eau; (iii) au moins un  
substrat placé dans la voie d'eau afin d'assurer la croissance d'algues ou de plantes  
(iv) un dispositif de récolte permettant d'enlever les algues ou plantes du substrat, se  
caractérisant par le fait que le dispositif comprend aussi (v) un système permettant de  
déplacer ledit substrat durant la croissance des algues ou des plantes.



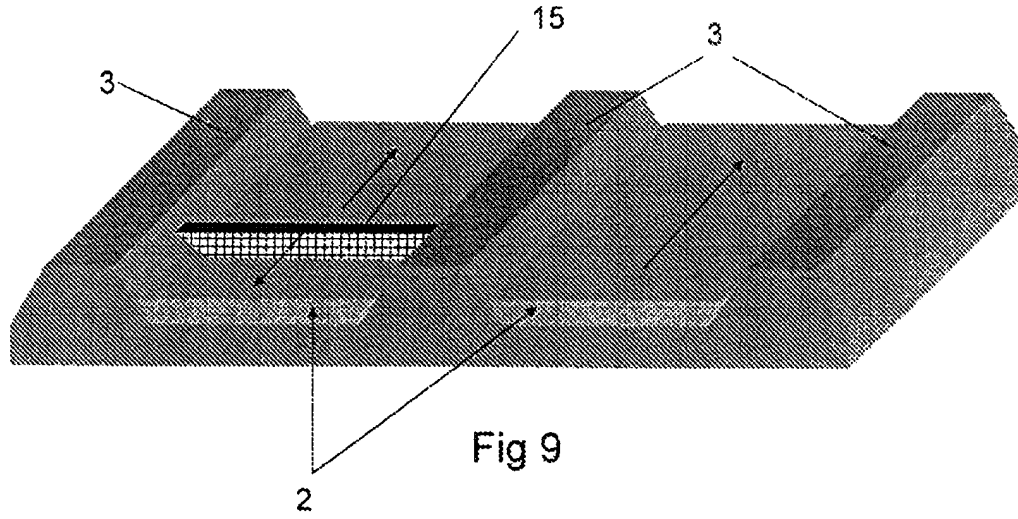




Q



3/4



2

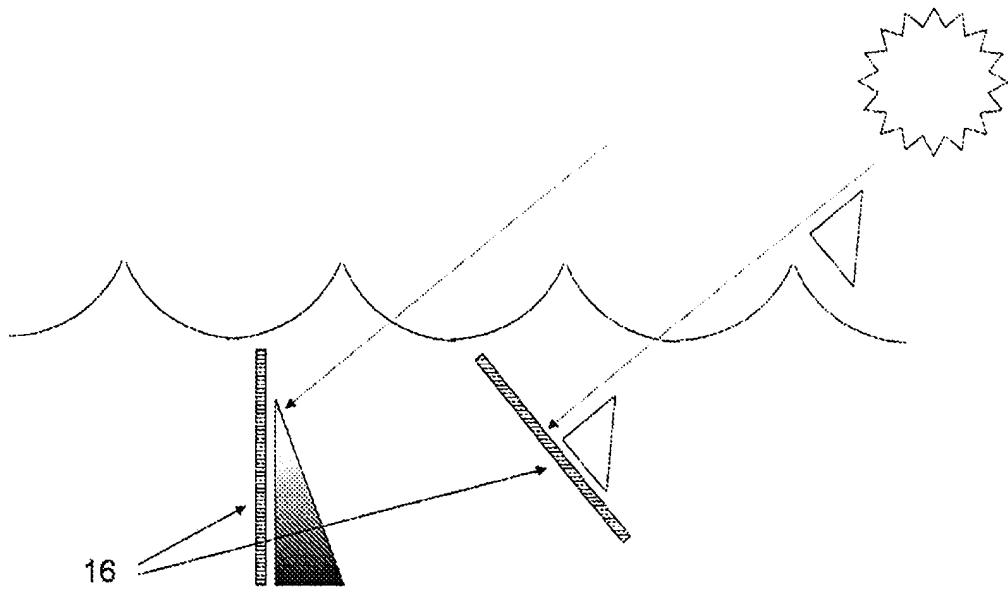


Fig 10

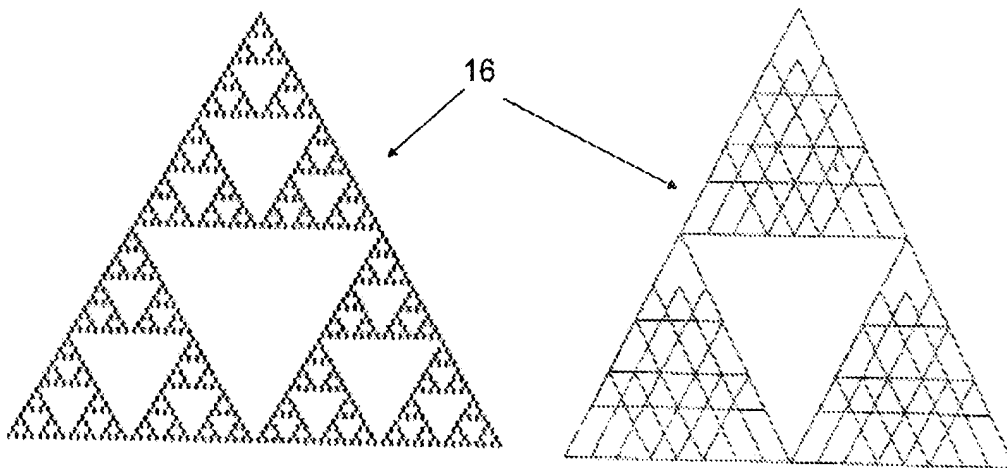


Fig 7

Fig 8

A handwritten signature or mark, possibly a stylized 'Q' or a similar character, located in the bottom right corner of the page.