



(12) FASCICULE DE BREVET

(11) N° de publication :
MA 37146 A1

(51) Cl. internationale :
C02F 3/32

(43) Date de publication :
29.01.2016

(21) N° Dépôt :
37146

(22) Date de Dépôt :
23.06.2014

(71) Demandeur(s) :
UNIVERSITE HASSAN II CASABLANCA, 19 rue tarik ibnou ziad B.P 9167 mers sultan (MA)

(72) Inventeur(s) :
OULD BELLAHSEN Touria

(74) Mandataire :
OULD BELLAHSEN Touria

(54) Titre : **PROCEDE DE TRAITEMENT DES EAUX USEES DOMESTIQUES PAR CULTURE ET PRODUCTION DE SPIRULINA PLATENSIS**

(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé de traitement des eaux usées domestiques par culture et production de *Spirulina platensis* (la spiruline), comprenant les étapes suivantes: On sépare de l'effluent d'eau à traiter les éléments solides contenus dans ledit effluent de manière à obtenir un flux liquide On apprête le flux liquide en ajoutant des éléments nutritifs et en ajustant le pH dudit flux liquide, on obtient ainsi un milieu de culture Onensemence une jeune culture de la spiruline dans le flux liquide auquel on a ajouté ledit milieu de culture On récupère la spiruline produite par une séparation liquide solide L'invention concerne encore un dispositif pour la mise en oeuvre dudit procédé.

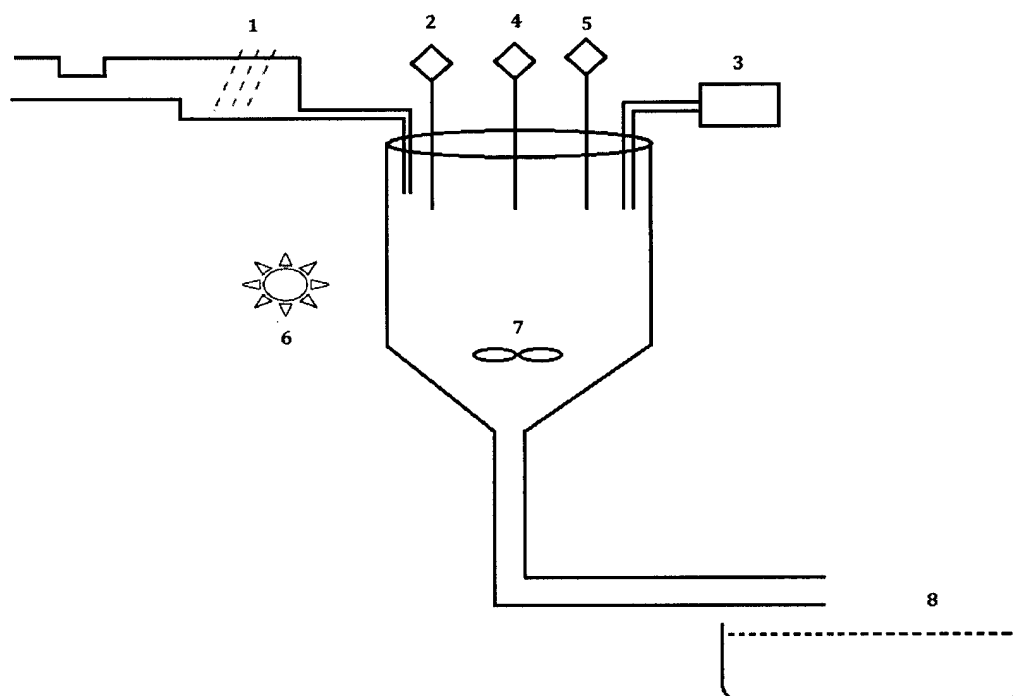
Procédé de traitement des Eaux Usées Domestiques par Culture et Production de *Spirulina platensis*.

Abrégé

L'invention concerne un procédé de traitement des eaux usées domestiques par culture et production de *Spirulina platensis* (la spiruline), comprenant les étapes suivantes :

- On sépare de l'effluent d'eau à traiter les éléments solides contenus dans ledit effluent de manière à obtenir un flux liquide
- On apprête le flux liquide en ajoutant des éléments nutritifs et en ajustant le pH dudit flux liquide, on obtient ainsi un milieu de culture
- Onensemence une jeune culture de la spiruline dans le flux liquide auquel on a ajouté ledit milieu de culture
- On récupère la spiruline produite par une séparation liquide solide

L'invention concerne encore un dispositif pour la mise en œuvre dudit procédé.



Description

29 JAN 2016

L'invention concerne un procédé de traitement des eaux usées domestique par culture et production massive de la *Spirulina platensis*, ainsi qu'un dispositif pour la mise en œuvre dudit procédé.

L'invention entre dans le domaine de l'agriculture en utilisant un semoir combiné avec la fertilisation d'où la sous-classe **A01C 7/06**

L'invention entre aussi dans le domaine des engrais et leur fabrication puisqu'elle est fabriquée à partir des eaux résiduaires d'où la sous-classe **C05F 7/00**

L'invention entre également dans le domaine de traitement biologique des eaux usées caractérisé par les animaux ou végétaux utilisés, d'où la sous-classe **C02F 3/32**.

Depuis une soixantaine d'années, le domaine de l'aquaculture des algues a été largement développé. Plusieurs essais de cultures de *Chlorelles* et de *Scénédemus* ont été réalisés dans des installations pilotes. Mais depuis 1963, l'Institut Français de Pétrole a pu réussir la culture de *Spirulina platensis* qui est une cyanobactérie ou « algue bleue » qui se développe dans les lacs salés et alcalins des régions chaudes. Elle possède un thalle ayant la forme d'un petit ressort de 0,2 à 0,3 mm de longueur.

La spiruline est utilisée comme additif alimentaire de haute qualité nutritive en raison de sa haute digestibilité et sa forte teneur en protéines (60 à 70 % de son poids sec) particulièrement en phycocyanine. Elle présente une composition chimique riche en vitamines (provitamines A, β Carotène, vitamine B1) et en acides gras insaturés : acide linoléique et linolénique.

Des études antérieures ont démontré que la spiruline (riche en fer et en vitamines) prévient l'anémie, inhibe l'infection de l'herpès simplex, diminue la vitesse de la réplication du VIH et augmente la production des anticorps. De plus, la spiruline est considérée comme hépatoprotectrice par la baisse du profil lipidique du foie et la peroxydation lipidique. Elle possède également d'autres propriétés puisqu'elle est hypoglycémique, hypolipidémique, et antihypertensives. Etant donné l'importance de cette algue bleue elle fait objet d'une production massive sur un milieu synthétique.

La production de *Spirulina Platensis* sur le milieu de culture synthétique Zarrouk est très coûteuse vu les exigences trop élevées en éléments minéraux de cette algue. Ainsi, il est nécessaire de rechercher d'autres substrats de culture permettant de produire cette cyanobactérie massivement et à bas prix. D'où cette invention qui va remédier à ce problème.

Il est un objet de la présente invention que d'obtenir un milieu de culture pour *Spirulina Platensis* succédant au milieu Zarrouk remédiant ainsi au problème d'investissement important.

Il est un autre objet de la présente invention que d'obtenir une eau usée domestique traitée qui serait moins nocive pour l'environnement

Il est encore un autre objet de la présente invention que le procédé mis en place soit à action efficace.

C'est dans le cadre d'une démarche inventive que l'on a imaginé un procédé de traitement des eaux usées domestique couplé à la production massive de la spiruline, caractérisé en ce que l'on réalise les étapes suivantes :

- On sépare de l'effluent d'eau à traiter les éléments solides contenus dans ledit effluent de manière à obtenir un flux liquide
- On apprête le flux liquide en ajoutant des éléments nutritifs et en ajustant le pH dudit flux liquide
- Onensemence une jeune culture de la spiruline dans le flux liquide auquel on a ajouté ledit milieu de culture
- On récupère la spiruline produite par une séparation liquide solide

Selon une autre caractéristique de l'invention, l'on réalise la culture de la spiruline sur un milieu de culture synthétique.

Selon un mode de réalisation de l'invention, l'on utilise de l'eau usée domestique prétraitée.

Avantageusement, à l'issue du prétraitement du flux liquide, on réalise une étape d'enrichissement dudit flux par les éléments nutritifs avant l'ensemencement d'une jeune culture de la spiruline.

Selon une autre caractéristique de l'invention, lors de la croissance de la spiruline, on maintient la température à 32°C ($\pm 1^\circ\text{C}$) et une luminosité de 9 Wh.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le milieu de culture est maintenu en agitation assurée aussi bien par le barbotage d'air que par un agitateur.

Par ailleurs, et suite à l'étape d'enrichissement du flux liquide conduisant un milieu de culture, on ajuste le pH à 9.

L'invention concerne encore un dispositif pour la mise en œuvre dudit procédé pour la culture et la production massive de la spiruline couplée au traitement des eaux usées domestiques, caractérisé en ce qu'il comprend au moins : des moyens de dégrillage conçus aptes à séparer les dites eaux en, une part au moins un flux liquide, et d'autre part au moins une masse solide.

Selon une autre caractéristique, le dispositif comprend en plus des moyens d'enrichissement du flux liquide par les éléments nutritifs, des moyens d'ajustement de pH dudit milieu de culture, des moyens de barbotage et d'agitation dudit milieu de culture.

Selon une autre caractéristique, le dispositif comprend en plus des moyens de séparation liquide solide pour récupérer la spiruline produite et l'eau traitée

On voit que la présente invention s'inscrit dans une logique écologique en assurant une production massive de la spiruline, tout en évitant les impacts environnementaux négatifs liés aux rejets directs des eaux usées domestiques dans les milieux récepteurs, ainsi cette réutilisation s'inscrit dans une vision de développement durable.

D'autres buts et avantages de la présente invention apparaîtront à la description qui va suivre. La compréhension de cette description sera facilitée en se référant au dessin ci-joint qui est une représentation schématisée, vue en coupe, d'un dispositif pour la mise en œuvre du procédé selon l'invention.

Le procédé selon l'invention permet avantageusement de cultiver et de produire massivement la spiruline sans avoir recourt au milieu Zarrouk, et diminuer ainsi le coût d'investissement.

Pour ce faire, le procédé selon l'invention nécessite au préalable une étape de séparation des éléments solides contenus dans les effluents d'eaux usées domestiques desdits effluents liquides, de manière à obtenir d'une part au moins un flux liquide, qui sera ensuite traité et d'autre part au moins une masse solide.

Selon un mode préféré de réalisation, la séparation est conduite par au moins une opération de tamisage avec au moins un tamis de maille préférablement inférieur ou égale à 2 millimètres.

Selon un mode de réalisation avantageux, le flux liquide subit un traitement aérobique par barbotage d'air à 0,03% de CO₂ à l'aide d'une pompe à air durant 6 jours.

A l'issue de la phase d'aération on obtient un flux liquide près à être enrichie par 6 éléments minéraux ; NaHCO₃, K₂HPO₄, NaNO₃, K₂SO₄, NaCl , FeSO₄. Le bicarbonate de sodium constitue la source de carbone, et le nitrate de sodium celle de l'azote.

A l'issue de la phase d'enrichissement du flux liquide, le pH dudit flux est ajusté à 9 en ajoutant NaOH (4N).

A l'issue de ces phases, on obtient un milieu de culture près à être ensemercer. La cultureensemencée est avantageusement récolté par filtration à partir d'une culture jeune cultivée sur le milieu de Zarrouk

Avantageusement, la température du milieu de culture est maintenue à une valeur optimale de 32°C (±1°C) à l'aide de thermostats réglables. Ledit milieu de culture est conservé en éclairage et agitation permanents.

A l'issue de la phase de culture et de production de la spiruline estimée au environ de 12 jours, le milieu de culture subit une séparation liquide solide, de manière à obtenir d'une part au moins un culot constitué de spiruline, et d'autre part au moins un effluent d'eau traitée.

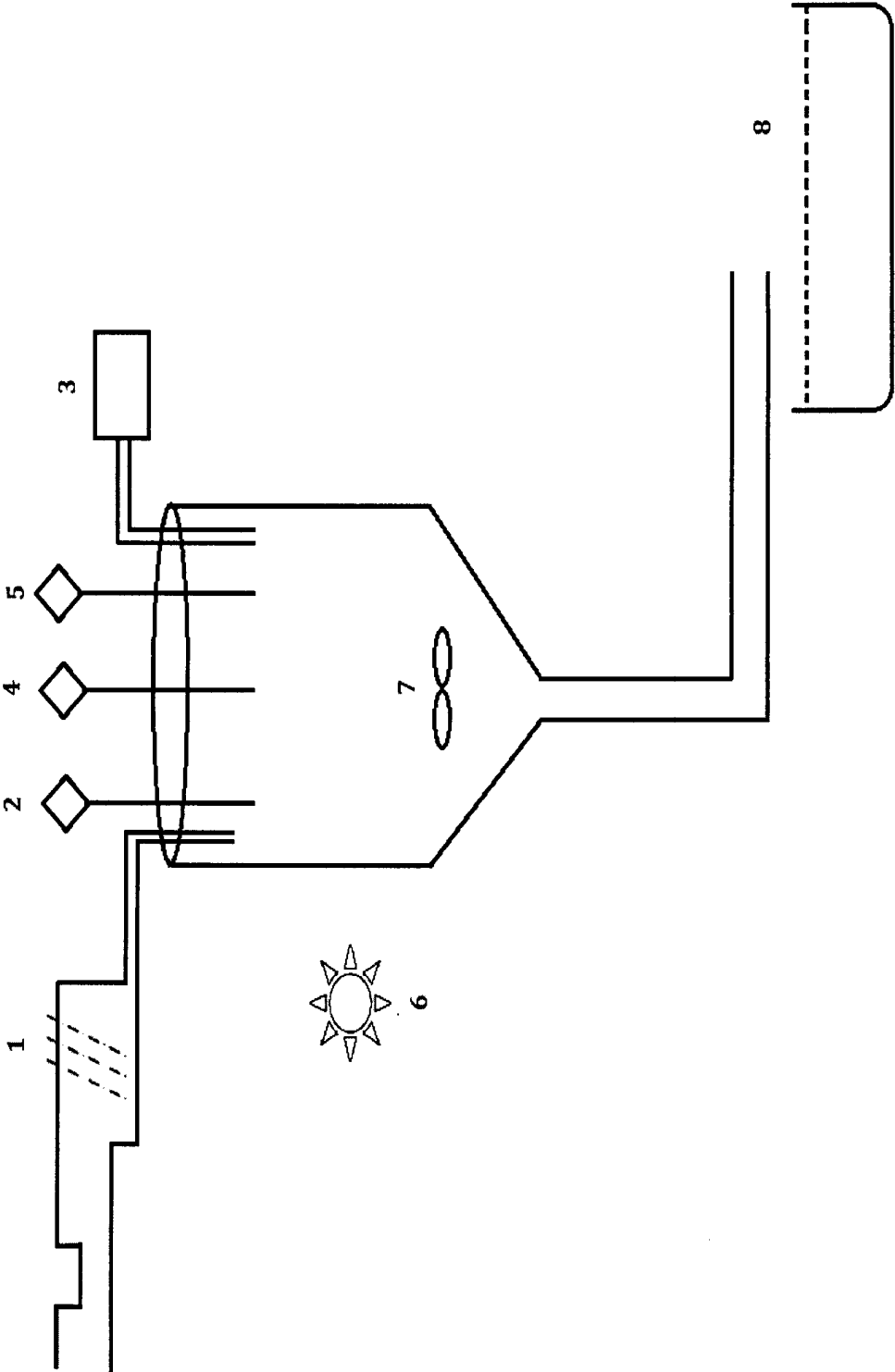
L'invention concerne encore un dispositif de la mise en œuvre du procédé tel que précédemment décrit, destiné à cultiver et produire massivement *Spirulina platensis* (la spiruline) associé au traitement des eaux usées domestiques.

Tel que visible dans la figure 1, le dispositif comprend au moins : des moyens (1) de dégrillage conçus aptes à séparer lesdites eaux usées domestiques en au moins un flux liquide et une masse solide, des moyens (2) de barbotage des eaux effluentes, des moyens (3) d'enrichissement de l'effluent par des éléments nutritifs, des moyens (4) de régulation de pH, des moyens (5) de régularisation de température, des moyens (6) pour l'éclairage, puis des moyens (7) d'agitation pour le maintien en suspension du milieu de culture. Enfin des moyens (8) de séparation de la spiruline de l'eau traitée.

Revendications

1. Procédé de traitement des eaux usées domestiques par culture et production massive de *Spirulina platensis* caractérisé en ce qu'il soit réalisé par culture de la *Spirulina platensis*.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'eau usée domestique subit une préparation avant utilisation comme substrat.
3. Procédé selon les revendications 1 et 2, caractérisé en ce que l'on prépare l'eau usée domestique selon les étapes suivantes :
 - On sépare de l'effluent d'eau usée domestique les éléments solides contenus dans ledit effluent de manière à obtenir un flux liquide
 - On barbote ledit flux liquide avec l'air à 0,03% de CO₂ à l'aide d'une pompe à air durant 6 jours.
 - On enrichie le flux liquide par 6 éléments minéraux ; NaHCO₃, K₂HPO₄, NaNO₃, K₂SO₄, NaCl, FeSO₄. on obtient ainsi un flux enrichie
 - On ajuste le pH dudit flux enrichie à 9 en ajoutant NaOH (4N).
4. Procédé selon les revendications 1 à 3 caractérisé en ce que l'onensemence dans ledit substrat une culture jeune cultivée sur le milieu de Zarrouk
5. Procédé selon les revendications 1 à 4 caractérisé en ce que l'on maintien la température du milieu de culture à une valeur optimale de 32°C (±1°C) à l'aide de thermostats réglables.
6. Procédé selon les revendications 1 à 5 caractérisé en ce que l'on conserve un éclairage permanent à l'aide d'une lumière blanche.
7. Procédé selon les revendications 1 à 6 caractérisé en ce que l'on conserve le milieu de culture en agitation permanente.
8. Procédé selon les revendications 1 à 7 caractérisé en ce que l'on réalise au bout de 12 jours environ une séparation liquide solide du milieu, de manière à obtenir d'une part au moins un culot constitué de spiruline jeune, et d'autre part au moins un effluent d'eau traitée.
9. Dispositif pour la mise en œuvre du procédé selon les revendications 1 à 8, destiné à traiter des eaux usées domestiques, caractérisé en ce qu'il comprend au moins : des moyens (1) de dégrillage conçus aptes à séparer lesdites eaux usées domestique en au moins un flux liquide et une masse solide, des moyens (2) de barbotage des eaux effluentes, des moyens (3) d'enrichissement de l'effluent par des éléments nutritifs, des moyens (4) de régulation de pH, des moyens (5) de régularisation de température, des moyens (6) pour l'éclairage, puis des moyens (7) d'agitation pour le maintien en suspension du milieu de culture.
10. Dispositif selon les revendications 1 à 9, caractérisé en ce qu'il comprend en plus des moyens de séparation (8) de la spiruline de l'eau traitée

Figure 1 :



ROYAUME DU MAROC

OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE

المملكة المغربية

المكتب المغربي
للملكية الصناعية والتجارية

**RAPPORT DE RECHERCHE
AVEC OPINION SUR LA BREVETABILITÉ
(Conformément aux articles 43 et 43.2 de la loi 17-97
relative à la protection de la propriété industrielle)**

Renseignements relatifs à la demande	
N° de la demande : 37146	Date de dépôt : 23/06/2014
Déposant : Université Hassan II Casablanca	
Intitulé de l'invention : Procédé de traitement des eaux domestiques par culture et production de spirulina platensis.	
Le présent document est le rapport de recherche avec opinion sur la brevetabilité établi par l'OMPIC conformément aux articles 43 et 43.2, et notifié au déposant conformément à l'article 43.1 de la loi 17-97 relative à la protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.	
Les documents cités par l'examineur dans la partie rapport de recherche sont joints au présent document	
Le présent rapport contient des indications relatives aux éléments suivants :	
Partie 1 : Considérations générales	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 1 : Base du présent rapport	
<input type="checkbox"/> Cadre 2 : Priorité	
<input type="checkbox"/> Cadre 3 : Titre et/ou Abrégé tel qu'ils sont définitivement arrêtés	
Partie 2 : Rapport de recherche	
Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité	
<input type="checkbox"/> Cadre 4 : Remarques de clarté	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle	
<input type="checkbox"/> Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications dont aucune recherche significative n'a pu être effectuée	
<input type="checkbox"/> Cadre 7 : Défaut d'unité d'invention	
Examineur: BRINI Abdelaziz	Date d'établissement du rapport : 03/08/2015
Téléphone: 0522586414	
Email : brini@ompic.ma	

Partie 1 : Considérations générales*Cadre 1 : base du présent rapport*

Les pièces suivantes de la demande servent de base à l'établissement du présent rapport :

- Description
1-3 Pages
- Revendications
10
- Planches de dessin
1 Page

Partie 2 : Rapport de recherche**Classement de l'objet de la demande :**

CIB : C02F3/32

CPC : C02F3/322

Bases de données électroniques consultées au cours de la recherche :

EPOQUE, Espacenet, Orbit

Catégorie*	Documents cités avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	N° des revendications visées
X	US2011247977; 2011-10-13 ; KOREA INSTITUTE OF SCIENCE & TECHNOLOGY [KR] Description paragraphe [0041]-[0057] Revendications 1,6-8,16 Figure 1-4	1-10
X A	UA94978; 2011-06-25 ; KOVALEVSKYI INST OF BIOLOGY SOUTH SEAS OF NAT ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE [UA] Abrégé	1-2 3-10

***Catégories spéciales de documents cités :**

-« X » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
-« Y » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
-« A » document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
-« P » documents intercalaires ; Les documents dont la date de publication est située entre la date de dépôt de la demande examinée et la date de priorité revendiquée ou la priorité la plus ancienne s'il y en a plusieurs
-« E » Éventuelles demandes de brevet interférentes. Tout document de brevet ayant une date de dépôt ou de priorité antérieure à la date de dépôt de la demande faisant l'objet de la recherche (et non à la date de priorité), mais publié postérieurement à cette date et dont le contenu constituerait un état de la technique pertinent pour la nouveauté

Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité**Cadre 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle**

Nouveauté (N)	Revendications 3-10 Revendications 1-2	Oui Non
Activité inventive (AI)	Revendications aucune Revendications 1-10	Oui Non
Possibilité d'application Industrielle (PAI)	Revendications 1-10 Revendications aucune	Oui Non

Il est fait référence aux documents suivants. Les numéros d'ordre qui leur sont attribués ci-après seront utilisés dans toute la suite de la procédure

D1: US2011247977

D2: UA94978

1. Nouveauté (N) :

Le document D1 concerne un dispositif et un procédé de traitement des eaux usées contenant de l'azote et du phosphore de tel sorte que les micro-algues capables de traiter l'azote et le phosphore dans les eaux usées sont continuellement mis en culture à des concentrations élevées sans besoin de fournir un milieu de culture artificiel. Ledit procédé comprend: la mise en culture de micro-algues capables de traiter de l'azote et du phosphore dans les eaux usées dans un réservoir de culture d'algues; et la séparation de l'eau ainsi traitée à partir de la culture de micro-algues à l'aide d'une membrane de séparation.

Les micro-algues capables de traiter de l'azote et du phosphore dans les eaux usées sont choisis parmi plusieurs éléments dans un groupe constitué de *Ankistrodesmus gracilis*, *Scenedesmus acuminatus*, *Scenedesmus quadricauda*, ***Arthrospira platensis*** et *Chlorella vulgaris*.

Par conséquent, l'objet des revendications 1-2 n'est pas nouveau conformément à l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

Aucun des documents D1-D2 ne contient les caractéristiques techniques des revendications dépendantes 3-8, par suite elles sont nouvelles conformément à l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

Un dispositif pour la mise en œuvre dudit procédé comprenant : un réservoir pour le traitement des eaux et la culture simultanée de la micro-algue, un moyen d'aération et d'agitation par flux d'air, un moyen pour la fourniture d'une source lumineuse et un moyen de séparation membranaire.

Par conséquent, l'objet des revendications 9 et 10 est nouveau conformément à l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

2. Activité Inventive (AI):

Le document D1 est considéré comme l'état de la technique le plus proche de l'objet de la revendication 3.

L'objet de la revendication 3 diffère du document D1 en ce que les étapes du procédé ne sont pas identiques à celles décrites dans D1. Ces différences résultent en un ajout de la solution NaOH et aussi

L'effet technique causé par ces différences est l'ajustement du pH du milieu suite au dégagement du gaz CO₂ qui acidifie le milieu.

Le problème technique que la présente invention se propose de résoudre peut être considéré comme étant la fourniture d'un procédé alternatif pour le développement d'un substrat de culture (l'eau usée) pour produire en masse et de façon économique, une micro-algue de type *Spirulina Platensis* et au même temps de traiter l'eau domestique.

La solution proposée par la présente invention semble être évidente à l'homme de métier à l'égard de l'art antérieur, pour les raisons suivantes :

Les éléments nutritifs sont contenus dans le milieu de culture comme étant des éléments à traiter (l'azote et le phosphore). Aussi la culture et le développement de la micro-algue est assuré par une aération à flux d'air et la fourniture d'une source de lumière qui soit artificielle ou naturelle, comme on peut le voir dans le document D1 (description paragraphes [0042]-[0044]).

Par conséquent, l'objet de la revendication 1-8 n'implique pas d'activité inventive conformément à l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

Le même raisonnement est appliqué sur la revendication du dispositif 9 qui diffère de D1 en ce que des moyens de dégrillage, des moyens de régulation du pH et de la température sont spécifiés.

L'inclusion de ces éléments connus de l'homme du métier dans le dispositif décrit dans D1 ne peut être considérée comme inventive que s'ils produisent des effets inattendus. Cependant aucun effet n'est mentionné dans la présente demande. Par conséquent, l'objet des revendications 9 et 10 n'implique pas d'activité inventive conformément à l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

3. Possibilité d'application industrielle (PAI) :

L'objet de la présente invention est susceptible d'application industrielle au sens de l'article 29 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, parce qu'il présente une utilité déterminée, probante et crédible.
