



## (12) FASCICULE DE BREVET

(11) N° de publication : **MA 32318 B1** (51) Cl. internationale : **C02F 3/32**

(43) Date de publication :  
**02.05.2011**

---

(21) N° Dépôt :  
**33367**

(22) Date de Dépôt :  
**23.11.2010**

(86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT :  
**PCT/ES2008/000370 23.05.2008**

(71) Demandeur(s) :  
**MACROFITAS, S.L., C/General Mola, N°10 - 4° Planta E-28224 Pozuelo de Alarcón - Madrid (ES)**

(72) Inventeur(s) :  
**TORRES JUNCO, Vicente Juan ; RIESCO PRIETO, Javier ; RIESCO PRIETO, Pablo**

(74) Mandataire :  
**MOROCCO INTELLECTUAL PROPERTY SERVICES**

---

(54) Titre : **CELLULE ET ILE FLOTTANTE AVEC FILTRE DE MACROPHYTES EN FLOTTATION**

(57) Abrégé : L'invention concerne une cellule flottante avec filtre à macrophytes flottants, conçue pour être installée dans une enceinte contenant un volume de liquide à filtrer. Cette cellule comprend une couche avec filtre à macrophytes flottants (1) située entre un périmètre et un centre de l'île, des moyens de support comportant des moyens structuraux périmétriques destinés à former un périmètre, des moyens structuraux intérieurs destinés à former un treillis, un noeud central (10C), des moyens d'assemblage périmétriques (30P), des moyens d'assemblage intérieurs (30I), des moyens de flottaison centraux et des moyens de flottaison périmétriques.

## ABREGE

5

L'invention concerne une cellule flottante avec filtre à macrophytes flottants, conçue pour être installée dans une enceinte contenant un volume de liquide à filtrer. Cette cellule comprend une couche avec filtre à macrophytes flottants (1) située entre un périmètre et un centre de l'île, des moyens de support comportant des moyens structuraux périmétriques destinés à former un périmètre, des moyens structuraux intérieurs destinés à former un treillis, un noeud central (10C), des moyens d'assemblage périmétriques (30P), des moyens d'assemblage intérieurs (30I), des moyens de flottaison centraux et des moyens de flottaison périmétriques.

## CELLULE ET ÎLE FLOTTANTE AVEC FILTRE DE MACROPHYTES EN FLOTTATION

### Champ de l'invention

L'invention se réfère à une cellule flottante à filtre à macrophytes en flottation. Elle se  
5 réfère également à une île formée par l'association de plusieurs cellules.

### Antécédents de l'invention

L'invention vise la réalisation d'une île flottante qui travaille comme écosystème  
naturel sur la surface de l'eau. Le pétitionnaire ne connaît pas d'antécédents rattachés à  
10 l'invention.

### Description de l'invention

L'île flottante met à profit l'un des grandes avantages du Filtre à Macrophytes en  
Flottation (FMF) sur d'autres techniques d'épuration basées sur les macrophytes, étant donné  
15 que la flottabilité des macrophytes permet des surfaces flottantes et si sa chaîne est résistante  
(armature intérieure) et durable (pas dégradable par le temps), celles-ci restent stables  
pendant de longues années.

En prenant en compte que cette trame (racines et rhizomes) se reproduit et se  
renouvelle continuellement, elle permet de maintenir flottante et vivante la masse végétale  
20 qui forme l'île, comme si elles poussaient sur des terrains naturels.

L'invention se réfère également au procédé pour l'épuration d'étendues d'eaux  
polluées par les ammoniums, nitrates, matières organiques, métaux lourds et autres polluants  
moyennant la formation d'îles/radeaux flottants de macrophytes imperméabilisés de l'eau  
extérieure.

25 On peut prendre l'eau du fond froid (hypolimnion) riche en ammoniums et avec anoxie  
(bas contenu en oxygène  $O_2$ ) pour passer l'eau au radeau afin qu'elle soit distribuée par le  
système racinaire des macrophytes flottants, qui apportent l'oxygène nécessaire pour  
produire la nitrification et ensuite conduire l'eau à nouveau à la zone anoxique où se produit la  
dénitrification, la réduction de la DBO (Demande Biologique d'Oxygène); la réduction de la  
30 DQO (Demande Chimique d'Oxygène); la réduction des métaux lourds et d'autres substances  
polluantes.

On peut également prendre l'eau de la couche superficielle (épilimnion) pour envoyer  
l'eau nitrifiée au fond pour sa dénitrification.

L'île/radeau peut disposer, au-dessus de la ligne d'eau, de surfaces spécialement préparées, qui permettront les cultures des espèces végétales protégées et ornementales entre les macrophytes, refuges, lieux de halte/dortoirs, tant pour les animaux aquatiques que pour les oiseaux, qui attireront la nidification et l'élevage.

5 Un aspect de l'invention se réfère à une cellule flottante avec un filtre à macrophytes en flottation configurée pour être installée dans une enceinte qui contient un volume de fluide à filtrer. La cellule comprend :

une couche avec un filtre à macrophytes en flottation entre un périmètre et un centre de l'île configurée pour filtrer un débit en filtration;

10 des moyens de support qui comprennent:

moyens structuraux périmétraux qui comprennent une pluralité de poutres périmétrales configurées pour conformer un périmètre;

moyens structuraux internes qui comprennent une pluralité de poutres radiales et poutres internes configurées pour conformer une trame;

15 un noeud central pour définir une cavité centrale qui comprend une pluralité de moyens d'union centraux configurés pour raccorder le noeud central à une première extrémité de poutres radiales;

moyens d'union périmétraux configurés pour raccorder des poutres périmétrales entre elles par leurs extrémités et poutres périmétrales par une de leurs extrémités à une

20 deuxième extrémité de poutres radiales;

moyens d'union internes configurés pour raccorder des poutres internes entre elles par leurs extrémités, poutres internes par l'une de leurs extrémités aux poutres périmétrales sur un point intermédiaire et poutres internes par une de leurs extrémités aux poutres radiales sur un point intermédiaire;

25 des moyens de flottation qui comprennent :

moyens de flottation centraux qui comprennent une pluralité de flotteurs centraux enfermés dans la cavité centrale ;

moyens de flottation périmétraux qui comprennent une pluralité de flotteurs périmétraux raccordés aux poutres périmétrales.

30 La cellule flottante peut comprendre, en outre :

moyens de confinement pour limiter un volume de fluide sous-jacent à la cellule qui comprennent :

une plaque imperméable raccordée aux poutres périmétrales ;

moyens d'entrée configurés pour recevoir un influent, débit de fluide à filtrer ;

moyens de sortie configurés pour évacuer un effluent, débit de fluide filtré ;  
moyens de conduite d'entrée raccordés aux moyens d'entrée pour conduire l'influent dans la plaque imperméable ;  
moyens de conduite de sortie raccordés aux moyens de sortie pour conduire l'effluent hors de la plaque imperméable ;  
5            moyens d'impulsion pour pousser l'influent, le débit en filtration et l'effluent ;

Les moyens de conduite de sortie peuvent être configurés pour conduire l'effluent à un niveau profond de l'enceinte.

10            Les moyens de conduite d'entrée peuvent être configurés pour conduire l'influent à un niveau sélectionné entre un niveau profond de l'enceinte et un niveau superficiel de l'enceinte.

Les moyens d'impulsion peuvent être situés sur les moyens d'union périmétraux.

Les flotteurs périmétraux peuvent être des tubes de polyéthylène scellés aux deux extrémités.

15            Les flotteurs centraux peuvent être des bidons scellés aux deux extrémités.

La cellule flottante, en outre, peut comprendre des moyens d'ancrage pour ancrer la cellule à un point fixe.

La cellule flottante, en outre, peut comprendre des moyens d'accès qui conforment une passerelle pour raccorder le périmètre au centre.

20            Un autre aspect de l'invention se réfère à une île qui peut comprendre une pluralité de cellules flottantes avec un filtre à macrophytes en flottation. L'île peut comprendre des moyens de raccordement configurés pour raccorder une cellule à une autre cellule contiguë à travers les moyens d'union périmétraux.

### 25            Brève description des dessins

Nous décrivons ci-après très brièvement une série de dessins qui aident à mieux comprendre l'invention et qui sont expressément en rapport avec une réalisation de cette invention qui est présentée comme un exemple qui n'est pas limitatif de cette dernière.

La Figure 1 est une vue en plan d'une cellule de l'invention.

30            La Figure 2 est une section d'une cellule de l'invention.

### Description d'une réalisation préférée de l'invention

Le comportement des réserves d'eaux est stratifié en trois couches ou zones d'eaux très stables et différenciées et il peut être résumé de la façon suivante :

1. Une première couche ou niveau superficiel (Epilimnion) plus chaude avec oxygène (par l'échange atmosphérique et l'activité photosynthétique du phytoplancton),

2. Une couche intermédiaire de transition (thermocline),

3. Une couche inférieure ou niveau profond (hypolimnion) froide et anoxique où  
5 prédominent les espèces réduites comme c'est le cas de l'ammonium,  $\text{NH}_4^+$ .

Ces couches ne se mélangent pas et restent indépendantes.

Une situation normale permet de prendre comme donnée de départ 15 mg/l d'ammonium,  $\text{NH}_4^+$  dans le fond du lac où la prise d'eau est placée.

- Concentration dans l'hypolimnion de 15 mg/l  $\text{NH}_4^+$  (fond du lac).

10 • Débit: 10 l/s.

- Volume d'eau introduite dans l'île par jour  $86,4\text{m}^3/\text{jour}$

- Capacité de nitrification des macrophytes  $120\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$ .

- Profondeur atteinte par le système racinaire, dans l'île 0,7m.

- Pour cette concentration et débit, il faudrait  $108\text{m}^2$ .

15 • Volume d'eau contenu dans l'île  $108 \times 0,7 = 75,6\text{m}^3$ .

- Temps de résidence:  $75,6/86,4 = 0,875$  jours ; le temps de retenue sur le radeau, peut être variable puisque celui-ci dépend du débit de la pompe et celle-ci du type de polluant et du pourcentage que l'on veut en éliminer.

Il ne dépendra que de la capacité d'impulsion de la pompe.

20 • Température de l'eau : 15 °C.

Les conditions de conception sont indiquées ci-après.

Pour réaliser la prémisse du changement de l'azote ammoniacal, on emploie une plaque de polyéthylène (PE) d'une épaisseur ép.= 1 mm, souple et facile à manipuler, pour isoler le système rhizomatique de l'eau du lac et que seule l'eau du fond passe au FMF.

25 La plaque imperméable, si l'on veut, peut être gonflable par air ou par un produit, qui lui permettra de se comporter comme un matelas gonflable.

Le géotextile, s'il est nécessaire de l'utiliser pour renforcer la plaque imperméable, sera fixé à des tendeurs et ces derniers au support périmétral extérieur de l'île, et/ou aux structures des cellules des réticules de l'île, de telle sorte que la plaque est renforcée dans les  
30 réticules des cellules si nécessaire, pour transmettre à la structure résistante les exigences dynamiques de l'ensemble.

La plaque imperméable est placée ou étendue sous la structure support résistante de l'île/radeau, de telle sorte à former la fermeture du vaisseau du radeau, en la fixant à des supports préparés à cette fin, pour que l'union ne transmette pas à la plaque des forces

structurales importantes, à cause de la différence de hauteur, entre l'eau contenue dans le vaisseau du FMF et le niveau d'eau extérieur.

La plaque travaille à compression, lorsque l'eau du vaisseau du FMF a une hauteur supérieure à celle de l'eau du lac ou inférieure à celle-ci, par l'effet que produit la pompe sur le radeau, puisque celle-ci verse de l'eau dans l'île/radeau ou en retire ou parce que la plaque imperméable n'a pas le jeu suffisant et la partie submergée des macrophytes a une incidence sur celle-ci. Trois situations se produisent en fonction de la hauteur de l'eau à l'intérieur de l'île/radeau par rapport au niveau d'eau de la surface libre où flotte l'île/radeau.

A) La hauteur de l'eau à l'intérieur de l'île/radeau est plus élevée que celle du lac :

La plaque imperméable peut être gonflable, ou s'appuyer sur une autre qui forme une surface flottante que la supporte, lorsque la plaque imperméable est sollicitée par des efforts à cause du poids qu'elle doit supporter pour la différence de hauteurs entre l'eau du radeau et celle du lac. Que la plaque soit gonflable ou le jeu de la plaque par rapport à la surface de l'île/radeau permet la possibilité de varier la distance entre la plaque et le système rhizomatique pour obtenir l'épuration de l'eau de l'intérieur de l'île/radeau de telle sorte que l'eau reçoive les bontés du système rhizomatique et radicaire des macrophytes.

La différence des surfaces permet d'obtenir le volume d'eau approprié dans l'île/radeau, pour que l'épuration espérée s'y produise. De cette façon, on obtient que le système d'épuration fonctionne toujours selon les conditions de conception :

$$V = Sxh$$

Où :

V = Volume

S = Surface île/radeau

h = Profondeur

$$h = (SI - S) / P$$

où:

SI = surfaces de plaque

P = périmètre de l'île/radeau

les macrophytes restant unis ou distancés de la plaque à une distance permettant que le système immergé puisse épurer l'eau de l'intérieur de l'île/radeau.

B) L'eau du lac a une hauteur supérieure à celle de l'eau de l'île/radeau causée par l'effet de la pompe qui extrait l'eau de l'intérieur de l'île/radeau :

La plaque imperméabilisante de l'île/radeau est obligée par la pression de l'eau du lac à monter vers la surface, jusqu'à atteindre la partie submergée des macrophytes ; ceux-ci sont

appuyés sur la plaque imperméable et empêchent l'ascension à cause du poids qu'ils lui transmettent, en formant de cette façon le filtre épurateur.

Lorsque le filtre épurateur ne touche pas la plaque imperméable, des butées entretoisées sont placées sur la structure du radeau qui atteignent la profondeur souhaitée ou bien l'on verse sur la plaque imperméable, un matériau plus dense que l'eau, qui empêche la montée de la plaque imperméable et qui sera limitée par le volume que lui permettra le jeu ou la différence entre la surface de l'île/radeau et celle de la plaque imperméable.

Le volume ou la profondeur de l'île/radeau est obtenu moyennant le contrôle des plaques placées au fond de structures flottantes, en variant la densité de la plaque ou par le jeu de cette dernière par rapport à la surface de l'île/radeau, de telle sorte qu'elle permettra au système immergé des macrophytes, de le situer dans la position de conception par rapport à la plaque, pour que l'eau qui passe par le filtre épurateur, reçoive les bontés du système rhizomatique et radicaire des macrophytes.

La structure résistante du radeau et celle de la plaque imperméable (gonflable ou non), permet la construction, l'assemblage et le montage sur la rive du lac, dans l'eau ou en zone profonde.

C) Le niveau de l'eau à l'intérieur de l'île/radeau est le même que celui de l'extérieur :

L'île/radeau est dépourvue de clôture périmétrale, l'eau est directement en contact avec le filtre épurateur des macrophytes. Au-dessous du filtre, peuvent être placées des zones suspendues de la structure de l'île, qui auront leur surface préparée pour le frai des poissons. Le système d'ancrage de l'île permet de la déplacer sur la surface de l'eau, en balayant une zone prédéterminée et en épurant les couches superficielles de l'eau.

Nous décrivons ensuite les composants de la structure de la cellule/île.

- Structure base flottante :

La structure flottante initiale est réalisée au moyen de tubes en PVC ou PE fermés ou scellés, ou au moyen d'un autre matériau qui sera flottant, comme le bois, le polyéthylène, en formant une structure de harnais sous forme triangulaire ou quadrangulaire ou hexagonale, ou encore polygonale, autrement dit tout matériau qui serait flottant et qui distribuerait ou absorberait les efforts, en permettant l'installation sous cette dernière, de la plaque imperméable, renforcée ou non par géo-maille.

La structure flottante est obtenue moyennant l'union de poutres, planches et tubes avec l'emploi de coudes, traverses, tés ou pièces spéciales. Les pièces qui le requièrent sont fermées intérieurement, de telle sorte que si une cassure se produit, seul sera inutilisé le tronçon endommagé et le reste de la structure flottante ne s'en verra pas affecté, ne



communiquant pas l'inondation au reste de la structure et supportant toujours son propre poids et celui de l'eau qu'il aura à l'intérieur, qui sera plus élevé que celui de l'extérieur à l'île /radeau.

5 Le périmètre de fermeture peut dépasser de l'eau avec la hauteur suffisante pour empêcher dans des conditions normales, que l'eau extérieure ne passe à l'intérieur de l'île-  
radeau s'il le faut. Le périmètre de fermeture doit compenser les forces causées par les différences de hauteur entre les eaux de l'intérieur et celles de l'extérieur. Le périmètre de  
fermeture héberge des zones spéciales, comme le passage des tubes, qui permettent  
10 d'introduire l'eau extérieure en provenance du fond du lac à l'intérieur ou de l'intérieur vers l'extérieur de l'île-radeau.

La plaque imperméable est fixée à la structure flottante périmétrale de l'île/radeau, en l'isolant de l'eau extérieure.

15 Une fois que l'île/radeau aura complété sa fermeture, de l'eau pourra lui être versée et la plaque imperméable de base de l'île sera noyée de par l'augmentation de la différence de hauteur entre les niveaux de l'eau intérieur et extérieur, par l'effet de l'augmentation de la  
hauteur hydraulique dans le périmètre de l'île/radeau. Une fois la plaque noyée jusqu'à la  
profondeur de conception, il sera procédé à la plantation des macrophytes sur l'île/radeau.

20 Le jeu de la surface périmétrale de la plaque par rapport à celui de l'île sera d'1,25 m de longueur tout au long du périmètre de fermeture, de façon à permettre le développement du système rhizomatique et radicaire des macrophytes installés sur l'île, sans que ceux-ci  
n'arrivent à transmettre à la plaque des charges excessives de poids pour s'appuyer ou  
s'asseoir sur la plaque.

25 Dans les creux de la structure de l'île à géométrie carrée, hexagonale, ou autre, si nécessaire, on peut inclure une croix de Saint-André, pour répartir et absorber les forces transversales qui se produisent dans l'île ou qui sont transmises par l'eau, le vent ou les activités d'entretien ou des animaux.

Les zones avec une surface pour le frai des poissons, sont unies à la structure flottante ou aux renforts en croix de Saint-André par des brides, tendeurs, ou autres moyens de  
raccordement, de telle sorte à créer des surfaces stables, aptes pour la ponte.

30 - Plaque imperméable.

La plaque imperméable de préférence sera d'un matériau hautement imperméabilisant, comme le PE à l'épaisseur appropriée qui ne se déchirera pas ou ne sera pas perforée par des actions dynamiques transmises par les macrophytes, l'eau ou les activités humaines ou des animaux, tant depuis l'intérieur de l'île que depuis l'extérieur de celle-ci.

L'union de la plaque imperméable au bord du radeau est réalisée par une soudure ou une attache au tube ou à la fermeture périmétrale, l'union étant réalisée dans des endroits qui dépassent de l'eau, par exemple sur la partie haute des tubes PE  $\varnothing$  250 et en laissant un jeu de surface de plaque d'1,25 m de longueur tout au long du périmètre de fermeture.

5 - Bord du radeau

Une fois réalisé le montage de la structure flottante du radeau avec son géotextile et la plaque imperméable, s'il le faut, on procédera au montage de la fermeture périmétrale, avec un tube de PE ondulé de  $\varnothing$  250 mm. La plaque PE est soudée au tube  $\varnothing$  250 de fermeture par la partie supérieure émergée, la soudure comprenant un arc au diamètre moyen. Une fois que 10 l'ensemble sera flottant, il sera procédé à attacher la structure résistante au tube à fermeture périmétrale, par des cordes de PE à six bouts, qui seront passées dans le creux ou dans les gouttières des tubes de PE à des distances non supérieures à 60 cm.

- Ancres

15 L'ancre a les caractéristiques techniques d'une ancre marinière, qui garantit l'ancrage de fond et le déboîtement du fond, lorsqu'elle s'élève.

L'ancre est unie à un câble, grosse corde ou chaîne et ce dernier élément à la structure flottante, au moyen de pièces d'émerillon, pour éviter le retordage « torsions » avec la structure du radeau ou avec l'ancre.

20 L'ancre est formée par des matériaux qui ne polluent pas l'eau, par oxydation ou dilution.

- Plantation du FMF.

Le type de plantes sera de la variété des macrophytes présents dans la zone, ou dans les bassins proches, de telle sorte que leur diversité biologique forme un habitat naturel de rive.

25 Une fois le radeau d'eau rempli d'eau, il est procédé à la plantation de ce dernier, moyennant la technique employée de spirales et pièces ESE (Structure Support Assembleuse).

- Motivations qui déterminent l'invention.

30 - Les macrophytes se trouvent entre les espèces de végétaux qui atteignent la plus grande productivité de biomasse par  $m^2$ ; blé 2 kg, maïs 3 kg; les macrophytes de massette ou typhas produisent 6  $kg/m^2$  et peuvent absorber des nitrates de l'eau 3,7- 5,8  $g/m^2$ /jour pour couvrir leurs besoins biologiques.

Les macrophytes ont la propriété d'injecter ou de transvaser à l'eau l'oxygène de l'air qui est en contact avec leurs feuilles et de l'expulser par les parties submergées, en particulier par leur système rhizomatique à l'eau, pour éviter l'eutrophisation de cette dernière.

La quantité d'oxygène émise dans l'eau est proportionnelle au degré d'eutrophisation que présente l'eau.

Sur la base de cette propriété, il est confirmé que les éliminations réalisées et vérifiées durant plus de 10 ans par les macrophytes dans les lagunes ou mares, sont de 17g de  $\text{NH}_4^+$ /m<sup>2</sup> dans les FMF réalisés en canaux.

Dans les FMF installés dans des réacteurs des épuratrices conventionnelles à aération prolongée, les éliminations sont très élevées, dépassant de plus de 120g/m<sup>2</sup>/jour (les macrophytes oxydent les ammoniums, en les nitrifiants et en entrant dans les zones anoxiques de la Station d'épuration d'eaux résiduelles (EDAR) ils sont dénitrifiés, l'azote passant alors à sa forme gazeuse, par voie d'échappement ou d'émission dans l'air).

Pour augmenter le pouvoir d'élimination, il est donc nécessaire de passer l'eau qui contiendra des ammoniums par le FMF et de la conduire ensuite à la zone anoxique.

Cette opération est très simple à réaliser dans le FMF en île flottante isolée.

- Débit de l'eau en le FMF.

Le débit d'entrée (influent) et de sortie (effluent) de l'eau du système FMF sera différent, en fonction de la forme qu'aura l'azote dissout dans l'eau:

A) Eaux sommaires ou superficielles avec de l'azote dissout en forme d'amines: l'eau entre dans le FMF par le bord du radeau ou par son fond, et son effluent est obtenu au moyen du système de pompage, en le canalisant et en le renvoyant au lac en zones profondes (anoxiques).

*Il faut que le système FMF se trouve sur île /radeau.*

B) Eaux profondes avec des nitrates : l'influent est pris des zones profondes et il est canalisé directement au radeau flottant: en employant une pompe, il est passé par le FMF qui oxyde les ammoniums (nitrification) et l'eau de l'effluent est canalisée à nouveau au fond, en faisant valoir la différence des hauteurs hydrostatiques que produit la forme d'entrée de l'influent, entre l'eau du lac et celle du niveau du radeau, l'effluent est canalisé à une zone profonde pour sa dénitrification.

*Il faut que le système FMF se trouve sur île/radeau.*

C) Eaux avec ammoniums en zones profondes et sommaires: dans ce cas le FMF est directement baigné ou immergé dans l'eau du lac, ce qui fait que le FMF ne se trouve pas sur radeau isolé ; les courants superficiels produits par le vent ou les mouvements

du radeau autour de son système d'ancre, sont ceux qui génèrent l'effet influent et effluent.

L'île ne doit pas être nécessairement un radeau, et les pompes et canalisations de ses influents et effluents ne sont pas alors nécessaires.

- 5 - Le procédé d'épuration par île/radeau est auto-soutenable de par lui seul.  
- Seule la pompe d'impulsion de l'eau consomme de l'énergie et celle-ci peut s'alimenter du panneau solaire installé sur la propre île/radeau ou dans sa périphérie.

La pompe est protégée par une cage, pour empêcher que celle-ci ne soit soustraite facilement.

- 10 La pompe et sa protection sont submergées et supportées, moyennant un flotteur approprié qui est installé solidairement au bord de l'île/radeau ou à l'intérieur de celle-ci.

La canalisation du câble d'énergie électrique, est réalisée avec un tube flexible étanche et flottant.

Les câbles électriques sont armés, « contre les rongeurs ».

- 15 Les tableaux électriques sont préparés pour des conditions d'inondation, avec des protections différentielles, thermiques, garde moteurs, surtensions et le type de protections requises par l'emplacement.

Pour une plus grande simplicité de l'application, on peut également utiliser certains bras fermés que présente un lac et essayer d'y planter le FMF de la même façon que cela serait  
20 réalisé sur un radeau, autrement dit sans des structures complexes de flottation à mode d'îles indépendantes, mais en mettant à profit une fermeture naturelle du bras et clôturer uniquement d'un côté le FMF pour éviter qu'il ne puisse sortir de la zone cloîtrée, en y faisant passer l'eau que l'on veut épurer.

De cette façon, il est planté avec les structures en spirales ESE et avec une fixation  
25 latérale dans la zone ouverte au reste du lac. Ceci simplifie beaucoup son implantation et l'économie des coûts constructifs permet d'investir un plus grand budget en m<sup>2</sup> d'installation afin d'obtenir encore de meilleurs résultats dans le processus de nitrification.

Pour une surface estimée de 3 000 m<sup>2</sup>, et en prenant la donnée des éliminations  
30 obtenues dans les épuratrices à aération prolongée, avec des zones anoxiques on obtient des réductions de 120 g/m<sup>2</sup>/jour, et en disposant d'une pompe qui fournit environ quelques 10 l/s (36 m<sup>3</sup>/h - 864 m<sup>3</sup>/jour) le degré de nitrification espéré est :

- 864.000 l/jour x 15 mg/l de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> = 0.015 x 864000 = 12.960 g NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/jour

- Élimination: 3.000 m<sup>2</sup> x 120 g de NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/m<sup>2</sup> = 360.000 g/jour

Une réalisation de l'invention se réfère à une cellule flottante à filtre de macrophytes en flottation configurée pour être installée dans une enceinte qui contient un volume de fluide à filtrer. La cellule comprend :

- 5 une couche avec un filtre à macrophytes en flottation (1) entre un périmètre et un centre de l'île configurée pour filtrer un débit en filtration ( $Q_f$ );
- des moyens de support qui comprennent :
- moyens structuraux périmétraux qui comprennent une pluralité de poutres périmétrales (10P) configurées pour conformer un périmètre;
- 10 moyens structuraux internes qui comprennent une pluralité de poutres radiales (10R) et poutres internes (10I) configurées pour conformer un trame;
- un noeud central (10C) pour définir une cavité centrale qui comprend une pluralité de moyens d'union centraux (30C) configurés pour raccorder le noeud central (10C) à une première extrémité de poutres radiales (10R);
- 15 moyens d'union périmétraux (30P) configurés pour raccorder des poutres périmétrales (10P) entre elles par leurs extrémités et poutres périmétrales (10P) par une de leurs extrémités avec une deuxième extrémité de poutres radiales (10R);
- moyens d'union internes (30I) configurés pour raccorder des poutres internes (10I) entre elles par leurs extrémités, poutres internes (10I) par une de leurs extrémités avec des poutres périmétrales (10P) sur un point intermédiaire et poutres internes (10I) par une de leurs extrémités aux poutres radiales (10R) sur un point intermédiaire;
- 20 des moyens de flottation qui comprennent :
- moyens de flottation centraux qui comprennent une pluralité de flotteurs centraux (20C) enfermés dans la cavité centrale;
- moyens de flottation périmétraux qui comprennent une pluralité de flotteurs périmétraux (20P) raccordés aux poutres périmétrales (10P).
- 25 La cellule flottante comprend, en outre :
- moyens de confinement pour limiter un volume de fluide sous-jacent à la cellule qui comprennent :
- une plaque imperméable (40) raccordée aux poutres périmétrales (10P) ;
- 30 moyens d'entrée (40E) configurés pour recevoir un influent, débit de fluide à filtrer ( $Q_e$ );
- moyens de sortie (40S) configurés pour évacuer un effluent, débit de fluide filtré ( $Q_s$ );
- moyens de conduite d'entrée (41E) raccordés aux moyens d'entrée (40E) pour conduire l'influent ( $Q_e$ ) dans la plaque imperméable (40);

moyens de conduite de sortie (41S) raccordés aux moyens de sortie (40S) pour conduire l'effluent (Qs) hors de la plaque imperméable (40);

moyens d'impulsion (42) pour pousser l'influent (Qe), le débit en filtration (Qf) et l'effluent (Qs);

5 Les moyens de conduite de sortie (41S) sont configurés pour conduire l'effluent (Qs) à un niveau profond de l'enceinte.

Les moyens de conduite d'entrée (41E) sont configurés pour conduire l'influent (Qe) à un niveau sélectionné entre un niveau profond de l'enceinte et un niveau superficiel de l'enceinte.

10 Les moyens d'impulsion (42) sont situés sur les moyens d'union périmétraux (30P).

Les flotteurs périmétraux (20P) sont des tubes en polyéthylène scellés aux deux extrémités.

Les flotteurs centraux (20C) sont des bidons scellés aux deux extrémités.

15 La cellule flottante comprend, en outre, des moyens d'ancrage (110) pour ancrer la cellule à un point fixe.

La cellule flottante comprend, en outre, des moyens d'accès (110) qui forment une passerelle pour raccorder le périmètre au centre.

20 Une autre réalisation de l'invention se réfère à une île qui comprend une pluralité de cellules flottantes avec un filtre à macrophytes en flottation. L'île comprend des moyens de raccordement (30X) configurés pour raccorder une cellule à une autre cellule contiguë à travers les moyens des moyens d'union périmétraux (30P).

25

30

REVENDICATIONS

1. Cellule flottante avec un filtre à macrophytes en flottation configurée pour être installée dans une enceinte qui contient un volume de fluide à filtrer **caractérisée parce qu'elle comprend:**

5 une couche avec un filtre à macrophytes en flottation (1) entre un périmètre et un centre de l'île configurée pour filtrer un débit en filtration (Qf) ;

moyens de support qui comprennent :

moyens structuraux périmétraux qui comprennent une pluralité de poutres périmétrales (10P) configurées pour conformer un périmètre;

10 moyens structuraux internes qui comprennent une pluralité de poutres radiales (10R) et des poutres internes (10I) configurées pour conformer un trame;

un noeud central (10C) pour définir une cavité centrale qui comprend une pluralité de moyens d'union centraux (30C) configurés pour raccorder le noeud central (10C) à une première extrémité de poutres radiales (10R);

15 moyens d'union périmétraux (30P) configurés pour raccorder des poutres périmétrales (10P) entre elles par leurs extrémités et des poutres périmétrales (10P) par une de leurs extrémités à une deuxième extrémité de poutres radiales (10R);

moyens d'union internes (30I) configurés pour raccorder des poutres internes (10I) entre elles par leurs extrémités, des poutres internes (10I) par une de leurs extrémités à des poutres périmétrales (10P) sur un point intermédiaire et des poutres internes (10I) par une de leurs extrémités aux poutres radiales (10R) sur un point intermédiaire ;

20 moyens de flottation qui comprennent :

moyens de flottation centraux qui comprennent une pluralité de flotteurs centraux (20C) enfermés dans la cavité centrale ;

25 moyens de flottation périmétraux qui comprennent une pluralité de flotteurs périmétraux (20P) raccordés aux poutres périmétrales (10P).

2. Cellule flottante avec filtre à macrophytes en flottation selon la revendication 1 **caractérisée parce que**, en outre, elle comprend :

30 Des moyens de confinement pour limiter un volume de fluide sous-jacent à la cellule qui comprennent:

une plaque imperméable (40) raccordée aux poutres périmétrales (10P) ;

moyens d'entrée (40E) configurés pour recevoir un influent, débit de fluide à filtrer (Qe);

moyens de sortie (40S) configurés pour évacuer un effluent, débit de fluide filtré (Qs);  
moyens de conduite d'entrée (41E) raccordés aux moyens d'entrée (40E) pour  
conduire l'influent (Qe) dans la plaque imperméable (40);

moyens de conduite de sortie (41S) raccordés aux moyens de sortie (40S) pour  
5 conduire l'effluent (Qs) hors de la plaque imperméable (40);

moyens d'impulsion (42) pour pousser l'influent (Qe), le débit en filtration (Qf) et  
l'effluent (Qs) ;

3. Cellule flottante avec un filtre à macrophytes en flottation selon la revendication 2  
10 **caractérisée parce que** les moyens de conduite de sortie (41S) sont configurés pour conduire  
l'effluent (Qs) à un niveau profond de l'enceinte.

4. Cellule flottante avec un filtre à macrophytes en flottation selon l'une quelconque des  
revendications 2-3 **caractérisée parce que** les moyens de conduite d'entrée (41E) sont  
15 configurés pour conduire l'influent (Qe) à un niveau sélectionné entre un niveau profond de  
l'enceinte et un niveau superficiel de l'enceinte.

5. Cellule flottante avec un filtre à macrophytes en flottation selon l'une quelconque des  
revendications 2-4 **caractérisée parce que** les moyens d'impulsion (42) sont situés sur les  
20 moyens d'union périmétraux (30P).

6. Cellule flottante avec un filtre à macrophytes en flottation selon l'une quelconque des  
revendications 1-5 **caractérisée parce que** les flotteurs périmétraux (20P) sont des tubes de  
polyéthylène scellés aux deux extrémités.

25

7. Cellule flottante avec un filtre à macrophytes en flottation selon l'une quelconque des  
revendications 1-6 **caractérisée parce que** les flotteurs centraux (20C) sont des bidons scellés  
aux deux extrémités.

30 8. Cellule flottante avec un filtre de macrophytes en flottation selon l'une quelconque des  
revendications 1-7 **caractérisée parce que**, en outre, elle comprend des moyens d'ancrage  
(110) pour ancrer la cellule à un point fixe.



9. Cellule flottante avec un filtre à macrophytes en flottation selon l'une quelconque des revendications 1-8 **caractérisée parce que**, en outre, elle comprend des moyens d'accès (110) qui conforment une passerelle pour raccorder le périmètre au centre.

- 5 10. Île qui comprend une pluralité de cellules flottantes avec un filtre à macrophytes en flottation selon l'une quelconque des revendications 1-9 **caractérisée parce qu'elle comprend** des moyens de raccordement (30X) configurés pour raccorder une cellule à une autre cellule contiguë à travers les moyens des moyens d'union périmétraux (30P).

10

15

20

25

30

1 / 2

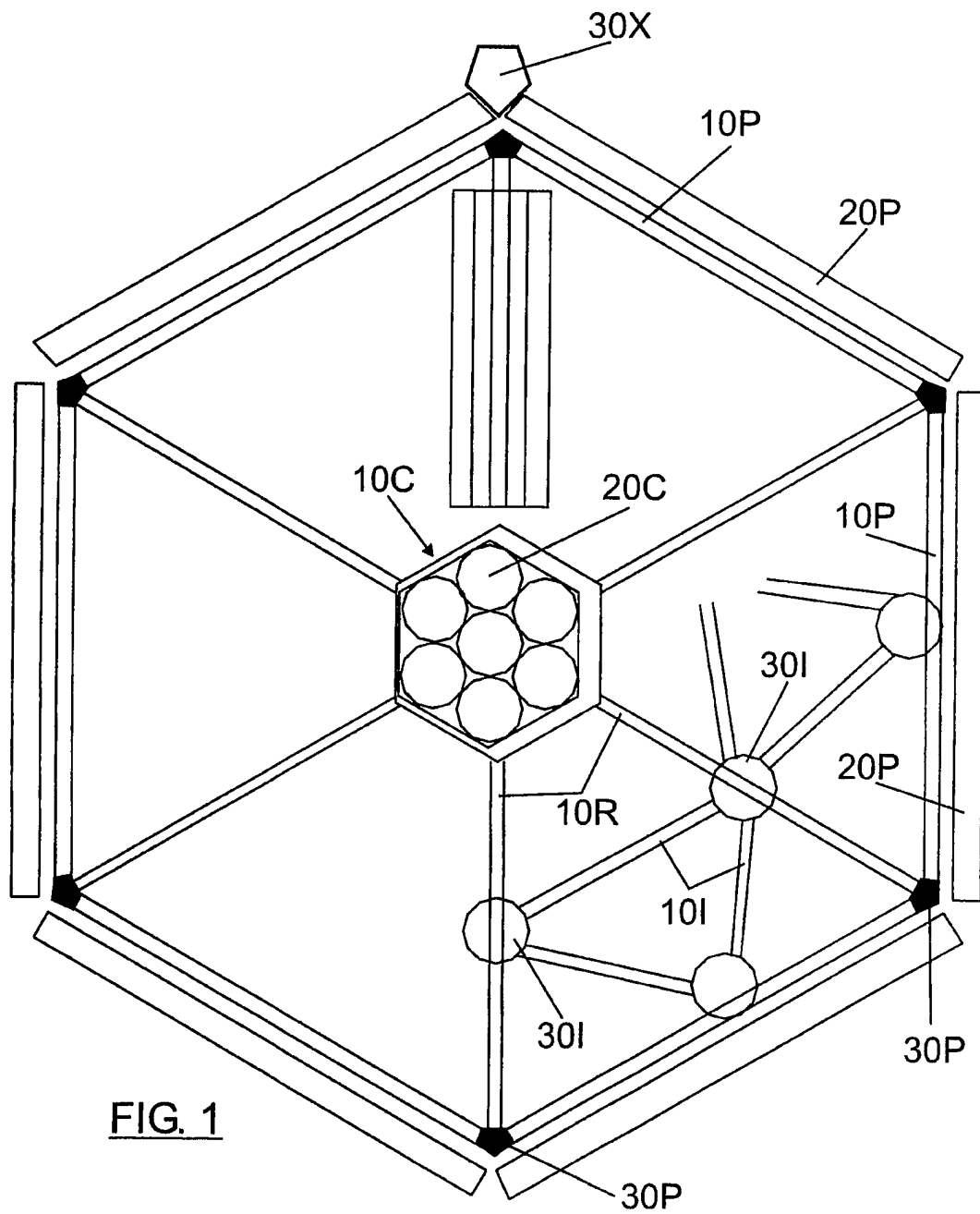


FIG. 1

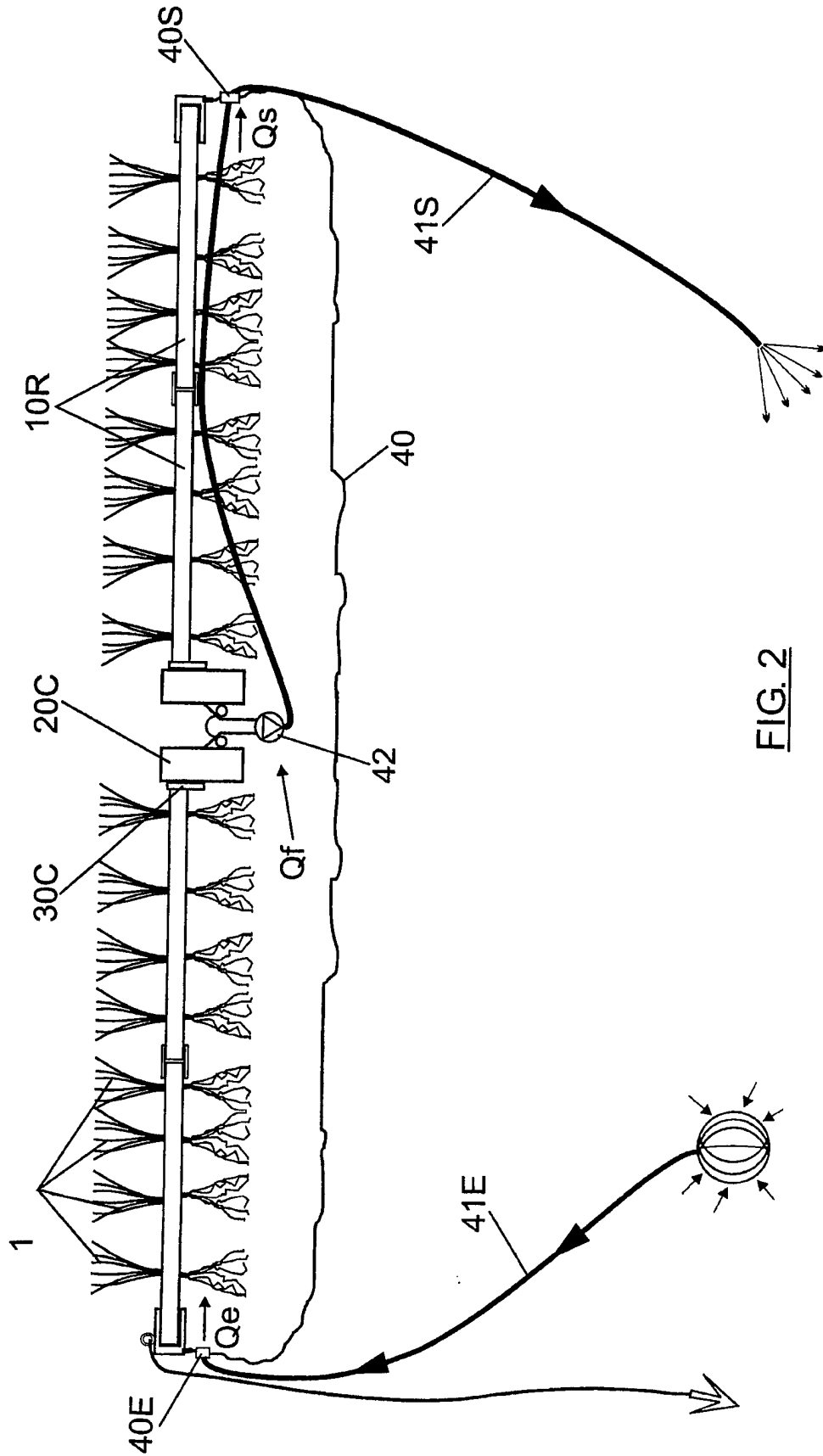


FIG. 2