



MINISTRE DES AFFAIRES ECONOMIQUES

BREVET D'INVENTION

N° 903 231

Classif. Internat.: C 02 F A 01 G

Mis en lecture le:

31 -12- 1985

LE Ministre des Affaires Economiques,

Vu la loi du 24 mai 1854 sur les brevets d'invention

Vu le procès-verbal dressé le 13 septembre 19 85 à 10 h 50

au à l'Office de la Propriété industrielle

ARRÊTE :

Article 1. - Il est délivré à la Sté. dite : FACULTE DES SCIENCES AGRONOMIQUES DE L'ETAT

2, avenue de la Faculté d'Agronomie, 5800 Gembloux

repr. par Prof. G. Neuray, 2, Avenue de la Faculté d'Agronomie,
5800 Gembloux

un brevet d'invention pour : Procédé d'épuration d'effluents organiques liquides

Article 2. - Ce brevet lui est délivré sans examen préalable, à ses risques et périls, sans garantie soit de la réalité, de la nouveauté ou du mérite de l'invention, soit de l'exactitude de la description, et sans préjudice du droit des tiers.

Au présent arrêté demeurera joint un des doubles de la spécification de l'invention (mémoire descriptif et éventuellement dessins) signés par l'intéressé et déposés à l'appui de sa demande de brevet.

Bruxelles, le 30 septembre 19 85

PAR DELEGATION SPECIALE

le Directeur

L. WUYTS

90331

DEMANDE DE

B R E V E T D' I N V E N T I O N

pour

"Procédé d'épuration d'effluents organiques liquides".

déposée par

Faculté des Sciences Agronomiques de l'Etat
Avenue de la Faculté, 2 à 5800 GEMBLoux.

Cette invention a été réalisée par Messieurs Dr Ir G. NEURAY
et Ir G. HENRARD de la Faculté des Sciences Agronomiques
de l'Etat - Horticulture, Gembloux (Belgique).



PROCEDE D'EPURATION D'EFFLUENTS ORGANIQUES LIQUIDES.

- 1 L'invention concerne un procédé d'épuration d'effluents
liquides organiques, particulièrement riches en matières
organiques d'origine biologique, en les utilisant comme
milieu de culture de plantes supportant la présence de
5 polluants. L'effluent s'écoule dans une ou plusieurs gaines
sous forme d'une couche liquide d'épaisseur variable suivant
les exigences de croissance des plantes choisies.
Le premier but de la présente invention est d'épurer
différents effluents organiques liquides, le second but
10 de l'invention est de rendre cette épuration moins oné-
reuse par la production de végétaux ayant une certaine
utilité.
Dans certains cas, la production végétale peut devenir
l'intérêt essentiel de l'invention.
- 15 Le premier but de l'invention est atteint actuellement
par divers systèmes: lits bactériens, plateaux absorbants,
lagunages par microphytes et macrophytes, plantes aquati-
ques dans des bassins de décantation; méthanisation. Le
second peut être réalisé par épandage sur les champs ou
20 sur les parcelles de cultures maraîchères.
Les systèmes qui rencontrent le premier but de l'invention
sont coûteux tant du point de vue investissement qu'en
frais de fonctionnement :
- 25 -les lits bactériens, en plus de leur coût élevé de cons-
truction et d'entretien, nécessitent une épuration ulté-
rieure pour enlever les phosphates et les nitrates. Celle-
ci peut être réalisée par un traitement au chlorure
ferrique. Mais cette technique n'est utilisée que spora-
diquement car elle est trop onéreuse.
- 30 -les plateaux absorbants, qui utilisent l'évapo-transpi-
ration d'arbustes adultes requièrent également de grandes
surfaces et ne sont utilisées qu'à des endroits où le gel
et la neige ne sont pas à craindre.



- 1 -le lagunage, tant par microphytes que par macrophytes,
est lent, requiert de grandes surfaces, risque de provo-
quer la pollution par les nitrates des nappes phréatiques
et dégagent occasionnellement de mauvaises odeurs, ce qui
5 exclut leur utilisation à proximité d'activités touristiques.
-les plantes aquatiques épurantes dans des bassins de
décantation d'eaux usées s'avèrent peu efficaces pour la
réduction des teneurs en nitrates et en phosphates.
-la méthanisation diminue sensiblement la charge organique
10 des effluents, elle réduit les mauvaises odeurs mais elle
ne modifie pas sensiblement la teneur en nitrates et en
phosphates.

Les méthodes d'épandage pour enrichir les sols répondent
au second but de l'invention mais elles soulèvent plusieurs
15 problèmes:

- du point de vue hygiène, on constate la dispersion dans
l'air de germes pathogènes
-au point de vue du sol, on ne peut recourir à cette prati-
que que d'une manière limitée - phénomène d'asphyxie,
20 augmentation des nitrates, pollution des nappes phréatiques.
-enfin, l'utilisation d'eaux usées n'est possible que sur
des sols de bonne structure, ce qui est souvent loin d'être
le cas dans certains pays d'Outremer.

Le procédé faisant l'objet de la présente invention a pour
25 objet de remédier à ces divers inconvénients et permet
d'épurer les effluents organiques liquides d'une manière
simple en les utilisant comme milieu de culture de plantes
supportant la présence de polluants.

Le procédé faisant l'objet de la présente invention est
30 caractérisé par l'écoulement dans une ou plusieurs gaines
sous forme d'une couche liquide, de l'effluent dans lequel
on cultive des plantes supportant des charges décroissantes
en polluant, d'amont en aval.



- 1 Par effluent organique liquide, on comprend notamment des liquides riches en matières organiques d'origine biologique comme les lisiers méthanisés ou non, les purins, les eaux de stations d'épuration, les vinasses.
- 5 Suivant l'invention, l'effluent s'écoule de préférence par gravité sous forme d'une couche liquide. Par couche liquide, on entend une épaisseur d'effluent d'au moins 5 mm et ne dépassant pas 200 mm au maximum dans le cas d'une culture en écoulement permanent désignée par N.E.P. et au maximum
- 10 de 5 mm dans le cas de la culture en film nutritif désigné par N.F.T.
- La vitesse d'écoulement de l'effluent peut être quelconque mais de préférence rapide.
- Dans le cas du N.E.P. la vitesse d'écoulement est essentiel-
- 15 lement assurée par un débit suffisant. Par exemple dans le cas d'une gaine de 10 mètres de longueur, de 60 centimètres de largeur et de 12 centimètres de profondeur, le débit est de $1 \text{ m}^3/\text{heure}$.
- Dans le cas du N.F.T. cette vitesse d'écoulement est assurée,
- 20 en général, par une pente d'au moins 2 %.
- La couche liquide s'écoule dans une gaine de section quelconque par exemple rectangulaire, de 20 à 22 cm de large et de 6 à 8 cm de haut dans le cas du N.F.T. et de 15 cm de haut environ dans le cas du N.E.P.
- 25 Cette gaine est posée horizontalement dans le sens transversal et sa partie supérieure est à ciel ouvert, toutefois, dans le cas du N.F.T., un recouvrement de la partie supérieure de la gaine peut être réalisé entre les plantes pour empêcher la lumière d'atteindre les racines.
- 30 Dans le sens longitudinal, la gaine dont la longueur peut aller de quelques mètres à 10 à 12 m est posée en déclivité -pente de 2 à 3 %- dans le cas du N.F.T. ou horizontalement dans le cas du N.E.P.



- 1 La gaine est ouverte à l'extrémité inférieure dans le cas du
N.F.T., mais fermée dans le cas du N.E.P., toutefois, dans
ce dernier cas, le côté aval est muni d'un déversoir de
hauteur réglable qui permet de moduler la hauteur de la
5 couche dans la gaine.
- Dans certains cas, les gaines peuvent être simplement cons-
tituées de rigoles creusées en terre et recouvertes d'un
matériau imperméable.
- Suivant une variante du procédé de la présente invention,
10 le procédé est caractérisé par l'écoulement dans une ou
plusieurs gaines, sous forme d'une couche liquide, de l'ef-
fluent dans lequel on cultive successivement d'amont en
aval une ou plusieurs plantes supportant des charges pollu-
antes élevées et ensuite des charges polluantes moins élevées.
- 15 Les plantes supportant des charges polluantes élevées sont
choisies entre autres parmi les espèces *Cyperus alternifolius*,
Cyperus papyrus, *Helianthus annuus*, *Iris pseudacorus*,
Nasturtium officinale, *Nicotiana tabacum*, *Solanum lycoper-*
sicum. Cette énumération n'est pas limitative et le spécia-
20 liste pourra faire choix de la plante notamment suivant le
type d'effluent utilisé, le climat, les besoins locaux en
végétaux de nature très diverse.
- Les plantes supportant des charges polluantes moins élevées
sont choisies notamment parmi les espèces *Chrysanthemum*
25 *hortorum*, *Cucurbita pepo*, *Fragaria hortorum*, *Phaseolus vul-*
garis, *Rosa hortorum*, *Solanum pseudocapsicum*, *Zantedeschia*
aethiopica. Comme pour les plantes citées précédemment, la
liste n'est pas limitative et l'homme de métier fera choix
de la plante en tenant compte des divers facteurs de crois-
30 sance, climatique, économique et industriel à prendre en
considération.
- L'effluent à traiter, qui peut subir une filtration et une
décantation préalable, est dilué ou non dans les proportions
convenables suivant sa nature. Il peut être partiellement



1 épuré avant d'être utilisé comme milieu de culture.

Dans certains cas, l'effluent peut passer d'abord dans des gaines sans plante mais dans lesquelles se trouvent des matières filamenteuses possédant un développement superficiel considérable et sur lesquelles peut se développer une population bactérienne qui joue un rôle plus ou moins semblable à celui joué par les microorganismes de la rhizosphère.

10 Ces matières filamenteuses peuvent être des fibres, des filaments continus, des produits tissés ou non tissés ou tout autre texture textile de nature quelconque, naturel, artificiel ou synthétique.

Dans certains cas, des additifs minéraux et/ou organiques peuvent être ajoutés soit à l'entrée de l'effluent dans le dispositif de gaines soit en cours d'écoulement en fonction de la nature des plantes utilisées ou du but recherché. Par exemple en cas de déficit en fer lors d'utilisation de lisier de porc, il est utile d'apporter un complément en fer. Il est également possible d'ajouter à l'effluent des produits phytosanitaires systémiques ou non.

20 De l'eau claire peut également être ajoutée pour compenser les pertes par évaporation.

Le dispositif de traitement peut comporter un nombre plus ou moins grand de gaines successives, la longueur totale dépendant des caractéristiques de l'effluent à traiter.

25 L'effluent passe d'une gaine à l'autre par simple gravité quand la disposition des lieux permet d'installer les gaines successives à des niveaux de plus en plus bas ou par pompes successifs. Dans ce dernier cas, l'effluent est récolté dans un récipient à l'extrémité de chaque gaine ou groupe de gaines.

30 Le procédé consiste essentiellement à combiner d'amont en aval diverses plantes supportant des charges décroissantes en polluant pour arriver à une épuration satisfaisante.



- 1 Pour chacun des niveaux de pollution, on peut utiliser une ou plusieurs espèces de plantes. Par exemple, des espèces de plantes basses peuvent servir d'ombrage aux racines des plantes plus élevées.
- 5 Toutes les combinaisons de plantes peuvent être envisagées en fonction de la nature du polluant, du climat, de l'intérêt économique local de l'une ou l'autre production. Suivant le procédé de la présente invention, l'épuration est réalisée par trois mécanismes biologiques distincts.
- 10 Le premier, la dégradation de la matière organique est due essentiellement à l'activité de la flore microbienne se trouvant dans la rhizosphère. L'originalité du procédé réside dans l'utilisation de la surface immense et toujours renouvelée des racines et des poils radiculaires pour fixer
- 15 une flore bactérienne importante et active qui dégrade les matières organiques.
- Dans certains cas, il est avantageux d'épurer préalablement et partiellement l'effluent avant de l'utiliser comme milieu de culture.
- 20 Pour cette épuration, on peut utiliser tout moyen connu. Il s'est avéré intéressant, dans la réalisation de la présente invention, d'effectuer l'écoulement de l'effluent dans une ou plusieurs gaines contenant des matières filamenteuses similaires à des racines.
- 25 Le second, la fixation de bactéries pathogènes, est lié au premier. On constate que les bactéries pathogènes pour l'homme sont retenues et fixées au niveau de la gaine bactérienne de la rhizosphère. Cette observation présente une très grande importance puisqu'elle montre que le procédé
- 30 peut être utilisé pour un assainissement sanitaire des effluents.
- Le troisième, la réduction de la matière minérale, soit préexistante dans l'effluent à traiter, soit provenant de l'activité métabolique des microorganismes de la rhizosphère
- 35 est réalisé par les prélèvements des nutriments, notamment



1 les nitrates et les phosphates par les plantes cultivées
dans la gaine. En choisissant des plantes de moins en moins
exigeantes au niveau de la nutrition minérale, ou en combi-
nants des plantes ayant des exigences différentes, on peut
5 arriver à éliminer dans des proportions considérables la
charge en **éléments nutritifs** de l'effluent.

La technique dont le présent brevet fait l'objet présente
de nombreux avantages:

1. Sa grande souplesse: elle peut être envisagée comme tech-
10 nique d'épuration unique réalisant ainsi simultanément
l'épuration secondaire ou tertiaire; elle peut être éga-
lement utilisée en aval d'installations existantes pour
compléter l'épuration et servir ainsi à l'épuration
tertiaire souvent déficiente.
- 15 2. Les investissements sont sensiblement moins élevés que
pour toutes les autres techniques, le coût de fonction-
nement également.
3. Certains produits des cultures peuvent être valorisés,
par exemple des fruits (fraise) des légumes (tomate,
20 poivron) des fleurs (rose) mais aussi les matières cel-
lulosiques qui en dérivent. Ces dernières peuvent servir
d'apport énergétique ou de matières premières pour
l'industrie.
4. Dans les pays à pression démographique élevée, elle per-
25 met de réaliser des productions sur des sols de mauvaise
qualité ou inapte à la culture.
5. Dans les pays où l'eau est rare, elle permet de valoriser
au maximum cette ressource coûteuse.
- 5'. Dans les pays où les engrais sont coûteux, elle permet
30 d'utiliser des éléments qui sont souvent gaspillés en
grande partie pour l'épandage ou perdus définitivement.
6. Sur le plan de l'hygiène, elle contribue de manière fort
importante à retenir les bactéries pathogènes pour l'homme.



1 Cette caractéristique est d'une importance capitale
dans de nombreux pays où la pollution microbienne des
eaux est un des problèmes majeurs de santé.

7. Les racines et les matières fixées par celles-ci peuvent
5 encore être méthanisées à haute température permettant
une production supplémentaire d'énergie et un assainis-
sement presque total du résidu.

La présente invention sera mieux comprise à l'aide de
l'exemple non limitatif suivant.

10 Le matériel utilisé comprend:

-Un bac de tête muni d'une vanne à passage direct qui per-
met un réglage du débit à traiter.

Ce bac reçoit -l'effluent à épurer, c'est-à-dire pour les
essais dont les résultats figurent dans le
15 tableau II ci-après:

a) soit de l'eau polluée sortant du lit bac-
térien d'une station d'épuration;

b) soit la partie liquide de lisier de porc
méthanisé obtenue par la décantation na-
20 turelle qui élimine les poils mélangés à
des déchets d'aliments non consommés.

-de l'eau de dilution pour amener , dans le
cas du lisier, la concentration de l'effluent
à une DCO de $\pm 1000 \text{ mg O}_2/\text{litre}$.

25 -En amont, deux gaines successives équipées pour la nutri-
tion en écoulement permanent (N.E.P.) qui mesurent, chacune,
20 mètres de longueur, 40 centimètres de largeur et ont une
profondeur du liquide de 12 centimètres.

-En aval, deux gaines parallèles équipées pour la nutrition
30 par couche mince (N.F.T.) qui mesurent, chacune, 20 mètres
de longueur, 22 centimètres de largeur et ont une profon-
deur du liquide de 3 millimètres.

90331

- 1 Au départ du bac de tête, le liquide, dont le débit est de 1 m³/heure, s'écoule par gravité successivement dans la 1ère gaine N.E.P., la seconde gaine N.E.P. et enfin dans les gaines N.F.T.
- 5 -Des plantes dont le nom figure dans le tableau I ci-après.



Tableau I.

Essai	Nature de l'effluent	Espèce cult. ds la le gaine N.E.P.	Espèce cult. ds la sec. gaine N.E.P	Esp. cult. ds les gaines N.F.T.
1	Eau de sortie d'une station d'épuration	Iris pseudacorus	Cyperus alternifolius	Zantedeschia aethiopica
2	Partie liquide diluée de lisier de porc méthanisé	Cyperus alternifolius	Nasturtium officinale	Solanum lycopersicum
3	Partie liquide diluée de lisier de porc méthanisé	Cyperus alternifolius	Cyperus alternifolius	Solanum lycopersicum

Tableau II.

Essai	DCO avant épuration	DCO après épuration
1	100 mg O ₂ /l	35 mg O ₂ /l
2	1000	300
3	650	250

Revendications

- 1 1. Procédé d'épuration d'effluents organiques liquides,
caractérisé par l'écoulement, dans une ou plusieurs
gainés, sous forme d'une couche liquide, de l'effluent
dans lequel on cultive des plantes supportant des char-
5 ges décroissantes en polluant, d'amont en aval.
2. Procédé d'épuration d'effluents organiques liquides,
suivant la revendication 1, caractérisé par l'écoule-
ment dans une ou plusieurs gainés, sous forme d'une
couche liquide, de l'effluent dans lequel on cultive
10 successivement d'amont en aval une ou plusieurs plantes
supportant des charges polluantes élevées et des charges
polluantes moins élevées.
3. Procédé d'épuration d'effluents organiques liquides,
suivant les revendications 1 et 2, caractérisé en ce que
15 les plantes supportant des charges polluantes élevées
sont choisies parmi les espèces *Cyperus alternifolius*,
Cyperus papyrus, *Helianthus annuus*, *Iris pseudacorus*,
Nasturtium officinale, *Nicotiana tabacum*, *Solanum lyco-*
persicum.
- 20 4. Procédé d'épuration d'effluents organiques liquides,
suivant les revendications 1 à 3, caractérisé en ce que
les plantes supportant des charges polluantes moins
élevées sont choisies parmi les espèces *Chrysanthemum*
hortorum, *Cucurbita pepo*, *Fragaria hortorum*, *Phaseolus*
25 *vulgaris*, *Rosa hortorum*, *Solanum pseudocapsicum*, *Zante-*
deschia aethiopica.
5. Procédé d'épuration d'effluents organiques liquides,
suivant les revendications 1 à 4, caractérisé en ce que
l'effluent s'écoule par gravité dans une ou plusieurs
30 gainés sous forme d'un film liquide d'épaisseur maximale
inférieure à 5 mm.



- 1 6. Procédé d'épuration d'effluents organiques liquides,
suivant les revendications 1 à 4, caractérisé en ce que
l'effluent s'écoule par gravité dans une ou plusieurs
gaines sous forme d'une couche liquide d'épaisseur
5 maximum de 15 centimètres.
7. Procédé d'épuration d'effluents organiques liquides,
suivant les revendications 1 à 6, caractérisé en ce que
l'effluent est partiellement épuré avant d'être utilisé
comme milieu de culture des plantes.
- 10 8. Procédé d'épuration d'effluents organiques liquides,
suivant les revendication 1 à 7, caractérisé en ce que
l'effluent s'écoule d'abord dans une ou plusieurs gaines
contenant des matières filamenteuses avant d'être utilisé
comme milieu de culture des plantes.
- 15 9. Procédé d'épuration d'effluents organiques liquides,
suivant les revendications 1 à 8, caractérisé en ce que
l'effluent est du lisier ou du purin.
10. Procédé d'épuration d'effluents organiques liquides,
suivant les revendications 1 à 9, caractérisé en ce que
20 l'effluent sous forme de lisier sert à cultiver des
Cyperus alternifolius et/ou Cyperus papyrus, Helianthus
annuus, Iris pseudacorus, Nasturtium officinale, Nicotia-
na tabacum, Solanum lycopersicum comme plantes supportant
une charge polluante élevée et des Chrysanthemum horto-
rum et/ou Cucurbita pepo, Fragaria hortorum, Phaseolus
25 vulgaris, Rosa hortorum, Solanum pseudocapsicum, Zante-
deschia aethiopica comme plantes supportant des charges
polluantes moins élevées.

Bruxelles, le
Georges NEURAY.
Par procuration

