



**Europäisches
Patentamt**

**European
Patent Office**

**Office européen
des brevets**

**Europäische
Eignungsprüfung**

**European
qualifying examination**

**Examen européen de
qualification**

Prüfungssekretariat

Examination Secretariat

Secrétariat d'examen

EXAMEN EUROPEEN DE QUALIFICATION 2000

EPREUVE A CHIMIE

CETTE ÉPREUVE CONTIENT :

- * LETTRE DU CLIENT 2000/A(C)/F/1-9
- * DESSINS DU CLIENT 2000/A(C)/F/10
- * DOCUMENT DI (ÉTAT DE LA TECHNIQUE) 2000/A(C)/F/11-14
- * DOCUMENT DII (ÉTAT DE LA TECHNIQUE) 2000/A(C)/F/15-17

LETTRE DU CLIENT

ClearWater Revival plc



Ouvrir vers un futur sans écume

Le 17 mars 2000

Rumpole & Mortimer
Conseils en brevets européens
9 Morse Road
Oxford

Messieurs,

Objet : dispositif de filtrage et méthode pour le construire

Nous vous saurions gré de déposer pour nous une demande de brevet européen. Comme vous le savez, nos activités se situent dans le domaine de la technologie du traitement des eaux.

Nos recherches récentes ont porté sur des structures de filtration pour le traitement de l'eau afin de la rendre potable, et sur les méthodes de construction de telles structures. La présente invention est d'une importance particulière dans les cas d'urgence, dans lesquelles on doit disposer dans un délai minimum d'une eau microbiologiquement sûre lorsqu'on ne dispose pas rapidement ou de façon continue d'agents désinfectants.

La quasi-totalité des stations d'épuration d'eau comprennent comme caractéristique essentielle la filtration de l'eau disponible à travers une couche de sable. Les deux principaux types de procédés de filtration à l'aide de sable, sont respectivement qualifiés comme filtration lente sur sable et comme filtration rapide sur sable, appellations qui reflètent les vitesses relatives flux du liquide aqueux à travers le milieu de filtration. Toutefois, ces deux types de procédés de filtration sur sable se distinguent également par des différences fondamentales de fonctionnement.

Dans le cas de filtres à sable rapides, l'eau est traitée de sorte à provoquer la coagulation des impuretés finement divisées (dont une grande partie des micro-organismes gênants présents) qui se trouvent en suspension dans les réservoirs de floculation, après quoi les grosses particules formées par coagulation sont retirées dans des bassins de décantation. Un tel prétraitement de l'eau permet d'effectuer la filtration par le sable à un débit plus élevé. Dans les filtres à sable lents, aucun prétraitement de ce type est effectué.

Dans les filtres à sable lents, l'élimination des impuretés, et notamment des microorganismes gênants, est effectuée non seulement par enlèvement physique à travers les couches supérieures de grains de sable, mais également par le piégeage des impuretés par les micro-organismes qui se développent dans la couche supérieure de sable. Ce phénomène est communément connu comme constituant une couche de type "Schmutzdecke", qui au départ peut prendre plusieurs semaines à se développer et qui dans le cas des filtres à sable lents joue un rôle de sa part dans la production d'eau de haute qualité.

Dans une situation d'urgence dans laquelle il importe d'assurer rapidement l'approvisionnement en eau potable sûre et dans laquelle il n'est pas toujours facile de se procurer des agents de traitement chimiques tels que des désinfectants, il serait en principe souhaitable d'utiliser un filtre à sable lent. Toutefois, la création de l'indispensable Schmutzdecke prend tellement de temps que les filtres à sable lents se sont jusqu'ici avérés totalement inutilisables dans des situations d'urgence.

Pour remédier à cet inconvénient nous avons développé un dispositif de filtration qui est de grande valeur en cas d'urgence et dans d'autres situations peut être utilisé pour fournir un approvisionnement en eau sûre, dans des délais exprimés en heures plutôt qu'en jours.

Notre nouveau dispositif de filtration comprend des bactéries gram-négatives productrices d'exopolysaccharides supporté par un matériau perméable à l'eau qui n'est pas toxique à l'égard des micro-organismes et pour des êtres humains, qui résiste à des températures comprises entre -15 °C et +65 °C, et qui n'est pas facilement biodégradable. Ce nouveau dispositif de filtration, qui peut remplacer la Schmutzdecke classique dans les filtres à sable lents, est adapté à la fabrication d'eau potable dans une fraction du temps habituellement nécessaire à la constitution d'une couche sous forme de Schmutzdecke classique.

Dans une forme préférée de la structure de filtration, celle-ci est lyophilisée après application des bactéries au matériau perméable à l'eau. Le produit lyophilisé peut ensuite être emballé sous vide de façon à exclure l'humidité, puis stocké en attendant son utilisation. Lorsqu'une situation d'urgence se présente dans laquelle l'eau potable doit être rapidement disponible, le produit peut être réactivé en quelques heures par adjonction d'eau, puis utilisé, sur un support approprié, pour purifier l'eau disponible à la manière d'un filtre à sable lent.

Les bactéries gram-négatives productrices d'exo-polysaccharides utilisées dans la structure de filtration que nous avons développée sont du type de celles que l'on trouve dans les couches du type Schmutzdecke. Ces bactéries apparaissent naturellement dans la couche d'un biofilm d'un filtre à sable lent classique, notamment dans la zone s'étendant sur 5 cm, et plus particulièrement sur 2,5 cm à partir de la surface de filtration. Une des caractéristiques de ces bactéries naturelles est la production de quantités considérables de polysaccharides sous forme d'un matériau visqueux ou gélatineux, dans des conditions caractérisées par une faible concentration en nutriments. On peut utiliser comme bactéries un mélange des bactéries prélevées directement dans la Schmutzdecke. On peut également utiliser, individuellement ou sous forme de mélange, des cultures pures de différentes souches de bactéries. Parmi les bactéries entrant en ligne de compte, on mentionnera les souches de *Pseudomonas vesicularis*, par exemple NCIB40121 ; *Zoogloea ramigera*, par exemple ATCC 25935 ou NCIB 10340 ; *Pseudomonas sp.*, par exemple NCIB 11264 ; *Achromobacter georgiopolitanum*, par exemple ATCC 23203, ainsi que des pseudomonades non pathogènes productrices d'alginate, telles que *Pseudomonas mendocina*, par exemple NCIB 10541.

La bactérie particulièrement préférée pour l'utilisation dans notre structure de filtration est une bactérie appartenant à la flore microbienne dominante de la surface du biofilm d'un filtre à sable lent classique déposée sous le numéro NCIB 40121. Elle possède les propriétés suivantes, à savoir une croissance rapide non pigmentée dans le milieu A (cf. ci-dessous) ; une production copieuse de polysaccharides sous forme de dépôt visqueux dans le milieu B (cf. ci-dessous), tant en milieu liquide que dans un milieu solidifié avec 1,5 % d'agar ; une croissance très faible ou nulle sur le milieu Nutrient Agar bactériologique standard, et croissance nulle sur l'agar de McConkey. Dans ce qui précède et dans ce qui suit, le milieu A et le milieu B sont des produits de marque bien connus dans le commerce.

La bactérie ou le mélange de bactéries sélectionné ont comme support un matériau perméable à l'eau présentant les caractéristiques énoncées plus haut. Le matériau employé ne doit pas être facilement biodégradable. On choisira un matériau à biodégradation relativement lente, par exemple sur une période de durée similaire à la durée d'utilisation de la structure, durée qui pourra être typiquement de 3 à 6 mois. Le matériau est de préférence résistant aux rayonnements ultra-violets, de sorte qu'il puisse être utilisé dans des conditions de forts ensoleillements prolongés. Pour permettre l'établissement de colonies de micro-organismes à la surface, il est souhaitable que la surface du matériau ne soit pas hautement polie ou lisse. Il va de soi que le matériau perméable à l'eau doit être peu soluble ou insoluble dans les liquides aqueux.

Le matériau perméable à l'eau peut se présenter sous plusieurs formes. Ainsi, par exemple il peut s'agir d'un matériau poreux rigide ou compressible tel qu'un matériau polymère expansé, ou une natte fibreuse tel que des fibres de coco, ou un matériau non tissé tel qu'un produit du type papier, ou un produit tissé tel que le coton ou encore un matériau cellulosique. Un matériau expansé adéquat est constitué par l'éponge cellulosique. Lorsqu'un matériau flexible de ce type est utilisé il peut être stocké et/ou transporté sous forme enroulée et/ou comprimée. Un matériau non tissé approprié est celui vendu sous la marque "Vilene", qui est offert en vente comme matériau d'interface pour tailleurs. Ce matériau sous forme de feuilles tel que le "Vilene" peut être utilisé en couches simples ou multiples, ou intercalé entre d'autres matériaux de support.

Si le matériau perméable à l'eau sélectionné est poreux, il doit bien entendu être à pores ouvertes. Le diamètre moyen des pores sera de préférence d'au moins 10 μm avant et après l'imprégnation avec les bactéries. Plus préférentiellement, le diamètre moyen des pores avant imprégnation sera d'au moins 20 μm , plus spécialement de l'ordre de 50 μm . A la fois le diamètre et la densité des pores influent sur la vitesse avec laquelle l'eau à purifier peut passer au travers de la structure de filtration ; il s'agira d'en tenir compte lors du choix du matériau perméable à l'eau devant être utilisé. Ayant ces points présents à l'esprit, des porosités de 70 à 90 % ou plus sont préférées.

Si la structure de filtration doit être lyophilisée, on pourra choisir les conditions typiques des procédés de lyophilisation. De préférence, le matériau imprégné est congelé à une température de l'ordre de $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$. L'enlèvement subséquent de l'eau par sublimation sous vide est de préférence effectué sous un vide de 1 torr ou inférieur à cette pression. Une fois lyophilisé, le matériau imprégné est scellé dans un matériau adéquat imperméable à la vapeur d'eau, par exemple dans une feuille d'un polymère

synthétique. Ce matériau peut être plié pour former un emballage compact. Ainsi emballée, notre structure peut être facilement transportée sous une forme particulièrement adaptée à la mise en oeuvre dans des situations d'urgence. Au moment de l'utilisation du produit lyophilisé, on déchire l'emballage sous vide et on ajoutera de l'eau, de telle sorte qu'au bout de quelques heures (par exemple 6 à 8 heures), les micro-organismes seront réactivés et prêts à l'emploi. Pour favoriser la réactivation et la croissance des micro-organismes lyophilisés, des nutriments microbiens peuvent être incorporés au matériau imprégné, avant l'étape de lyophilisation ou peuvent être ajoutés à l'eau utilisée pour la réactivation.

Pour utiliser notre structure de filtration, on peut la mettre en contact avec un lit de sable ou autre milieu de support de filtration, après quoi on fait passer l'eau à purifier à travers la structure et à travers le milieu support du filtre. Par exemple, la structure peut être placée horizontalement sur un lit de sable ou attachée en position verticale à un ou plusieurs blocs de milieux de support rigides poreux. Les dessins annexés montrent des agencements simples pour ce but :

La figure 1 est une coupe verticale d'un premier mode de réalisation de l'unité de filtration ;

La figure 2 est une vue en plan correspondant à la figure 1 ;

La figure 3 est une coupe verticale d'un deuxième mode de réalisation de l'unité de filtration ;

La figure 4 est une vue en plan correspondant à la figure 3.

L'unité de filtration illustrée aux figures 1 et 2 est, comme montré, à base carrée (p.ex. environ 1 mètre carré) et légèrement plus haute que large (p.ex. environ 1,5 mètre). Cette unité est constituée de panneaux de réservoir plans à brides, en plastique renforcé de fibres de verre, assemblés sur place à partir d'un ensemble aisément transportable, sur une plinthe de support 10. Dans la partie inférieure de la partie circonscrite par la section verticale 11, est placé un niveau d'écoulement 12 en gravier ou en matériau similaire, et au-dessus de ce niveau d'écoulement, on trouve un milieu de support 13 constitué de sable.

Le milieu 13 supporte une structure de filtration 14 selon l'invention, sous forme d'une couche bactérienne fixée sur un matériau flexible perméable à l'eau. Les bords de la structure 14 sont retenus et scellés entre les brides des panneaux latéraux 11 et des panneaux supérieurs 15. Le niveau d'eau 16 dans l'unité est réglé par un trop-plein 17.

Pendant le fonctionnement de l'unité, l'eau à traiter est introduite à la partie supérieure du réservoir par un tuyau d'amenée 18 et recoule à travers la structure de filtration 14 et le milieu de support 13 pour arriver au niveau d'écoulement 12, l'eau potable étant alors récupérée par le tuyau d'évacuation 19 comportant une vanne. Si pendant l'utilisation la structure de filtration se bloque elle peut être facilement remplacée par une nouvelle.

L'unité représentée par les figures 3 et 4 comporte des panneaux de filtrage verticaux à travers lesquels l'eau coule dans une direction généralement horizontale depuis une conduite d'amenée 20 vers une conduite d'évacuation 21, le niveau d'eau étant contrôlé par un trop-plein 22. Le système de filtration est constitué de structures de filtration 23 selon l'invention, attachées par leurs bords à des blocs 24 d'un milieu de support poreux, placés verticalement à intervalles réguliers dans le réservoir d'eau.

Dans le cas de l'unité selon les figures 3 et 4, lorsqu'une structure de filtration finit par se bloquer, elle peut facilement être remplacée, en même temps que son bloc de support 24, sans qu'il faille arrêter l'unité tout entière. C'est là un avantage évident par rapport aux unités représentées aux figures 1 et 2.

Dans une utilisation expérimentale de chacune des unités représentées, on a réalisé des éliminations élevées de microorganismes pathogènes en quelques heures après le début de la réactivation des bactéries supportées.

Les exemples suivants décrivent la préparation de deux modes de réalisation de notre structure de filtration et l'utilisation de l'une d'entre elles à la purification de l'eau contaminée. Dans les deux cas, on a utilisé la bactérie préférée, mentionnée plus haut ; celle-ci est identifiée par le numéro de dépôt NCIB 40121.

Exemple 1

Le milieu d'entretien est le milieu B solidifié avec 1,5 % (poids/volume) d'agar. Pour le stockage à long terme, des bactéries cultivées sur le milieu d'entretien B à 30 °C pendant 48 heures sont suspendues dans le milieu B contenant du glycérol (20% poids/volume) et stockées à - 70 °C dans des bouteilles à bouchon vissé. Dans tous les cas, le glucose, stérilisé séparément à l'autoclave, à 121 °C pendant 15 minutes, est ajouté après que le milieu a été stérilisé de la même manière.

(a) Culture de la colonie d'ensemencement

La bactérie productrice de dépôt visqueux est ensemencée à partir d'une plaque d'entretien dans 50 ml de milieu A qui se trouve dans un flacon conique d'une capacité de 250 ml, et cultivée dans un agitateur-incubateur, à 30 °C pendant 16 heures. Cette culture est utilisée pour ensemercer (à 2% vol/vol) 50 ml du même milieu, et la culture est incubée comme ci-dessus pendant 6 heures.

(b) Ensemencement du matériau perméable à l'eau et culture des bactéries

Des disques stériles de 5 cm de diamètre en éponge cellulosique lavée dans l'eau distillée, sous pression, en autoclave à 121 °C, sont incubés dans le milieu ensemencé ci-dessus, dans les mêmes conditions, pendant 3 heures. Les disques de filtration ensemencés sont transférés aseptiquement à 50 ml de milieu B, à l'intérieur d'un flacon conique de 250 ml, et incubés à 30 °C dans un incubateur orbital, jusqu'à ce qu'un biofilm visqueux se soit constitué de sorte à opposer une résistance à l'écoulement de l'eau telle qu'un courant linéaire d'environ 0,2 m/heure est obtenu à travers le filtre sous une pression hydrostatique de 10 cm. Un temps d'incubation nécessaire à la formation d'un tel biofilm se situera généralement entre 8 et 16 heures, en fonction de la taille initiale des pores du matériau de support. Des pores plus grands impliquent une incubation plus longue.

Exemple 2

On procède de la même façon qu'à l'exemple 1 pour obtenir des biofilms sur des disques de 5 cm de diamètre et de 1 à 2 mm d'épaisseur en matériau non tissé vendu sous la marque "Vilene". Un biofilm approprié est formé après 8 heures d'incubation.

Exemple 3

Par la même procédure qu'aux exemples 1 et 2, on obtient un biofilm sur des disques de 5 cm de diamètre comprenant une couche de 10 mm d'épaisseur faite d'une natte de fibres de coco renforcée d'une résille en matière plastique. Le temps d'incubation final est de 16 heures.

Exemple 4 : Mesure de l'efficacité du filtre en laboratoire

On évalue l'efficacité au moyen de disques de 5 cm de diamètre imprégnés de biofilm, conformément aux exemples 1 à 3, sur des supports de filtres tels que ceux utilisés habituellement en laboratoire, avec des écrans de soutien en résille plastique, sous une pression hydrostatique de 10 cm. Deux types d'eau sont utilisés pour les tests : (a) de l'eau naturelle contaminée par des bactéries coliformes fécales, semblable à l'eau qui arrive dans les stations d'épuration urbaines ; (b) une solution saline tamponnée au phosphate contenant une souche de laboratoire de *Escherichia coli* porteuse d'un gène de résistance à l'acide nalidixique (entre 10 000 et 20 000 bactéries/100 ml pour les deux types d'eau utilisés pour les tests). Le comptage des bactéries coliformes (utilisé comme mesure de la qualité de l'eau) est effectué pour les deux types d'eau par les procédures standardisées internationales (principalement l'utilisation d'un milieu sélectif - le milieu de McConkey - dans des biodosages - tubes multiples et filtre - et selon des tests de confirmation standards pour *E. coli*). Les bactéries résistantes à l'acide nalidixique sont comptées en appliquant des échantillons de 0,1 ml de l'eau contaminée sur des plaques revêtues de Nutrient Agar contenant de l'acide nalidixique à 10 µg/ml. La contamination par les coliformes de l'eau effluente provenant des filtres est analysée selon la procédure décrite ci-dessus en lots successifs de filtrat de 200 ml. Typiquement, le comptage des coliformes est réduit à moins de 10 bactéries par 100 ml dans la deuxième portion de 200 ml de filtrat, et reste au-dessous de ce niveau dans les lots de 200 ml qui suivent (au moins 10).

Exemple 5 : Production en laboratoire à grande échelle

Le support perméable à l'eau utilisé est une feuille d'éponge cellulosique d'un mètre carré et de 15 à 20 mm d'épaisseur. Cette feuille est lavée à l'eau distillée par traitement à l'autoclave, à 121 °C, pendant 2 heures, puis essorée. Dans un fermentateur de laboratoire, on immerge totalement la feuille dans le milieu A et on stérilise in situ. On stérilise le glucose séparément conformément à l'exemple 1, et on l'ajoute en respectant les règles de l'asepsie. On équilibre la température du fermentateur à 30 °C et un inoculum de 5% (par volume) de culture bactérienne, préparé comme l'inoculum de l'exemple 1 est ajouté. Le fermentateur est aéré à 1 litre d'air/min/litre de milieu de culture, et agité à 200 tours/min. Après huit heures, du glucose stérile (à 40% poids/volume) est ajouté de façon à obtenir une concentration finale de 10 g/litre, et l'incubation est continuée dans les mêmes conditions pendant une période supplémentaire entre 16 et 24 heures. Les niveaux d'oxygène dissous ne sont pas contrôlés.

La feuille imprégnée est appropriée à l'usage dans une unité de filtration telle que celles représentées dans les dessins ci-joints.

Exemple 6

Un biofilm contenant un tissu non-tissé est préparé selon l'exemple 2, puis congelé et emballé sous vide. Il a pu être démontré qu'après trois mois de stockage les bactéries pouvaient être réactivées sans perte d'activité.

Nous aimerions relever que les bactéries qui sont mentionnées dans cette lettre sont bien connues dans ce domaine technique. Ces bactéries ainsi que leur utilisation pour former une couche appelée Schmutzdecke sont le sujet d'un article scientifique qui a paru l'année dernière.

Nous espérons que ce qui précède vous fournit les informations nécessaires pour déposer une demande de brevet européen. Nous joignons en annexe deux documents, DI et DII, qui représentent l'état antérieur de la technique.

Veillez agréer, Messieurs, l'assurance de ma considération distinguée.

T. Credence
ClearWater Revival plc

DESSINS DU CLIENT

1/1

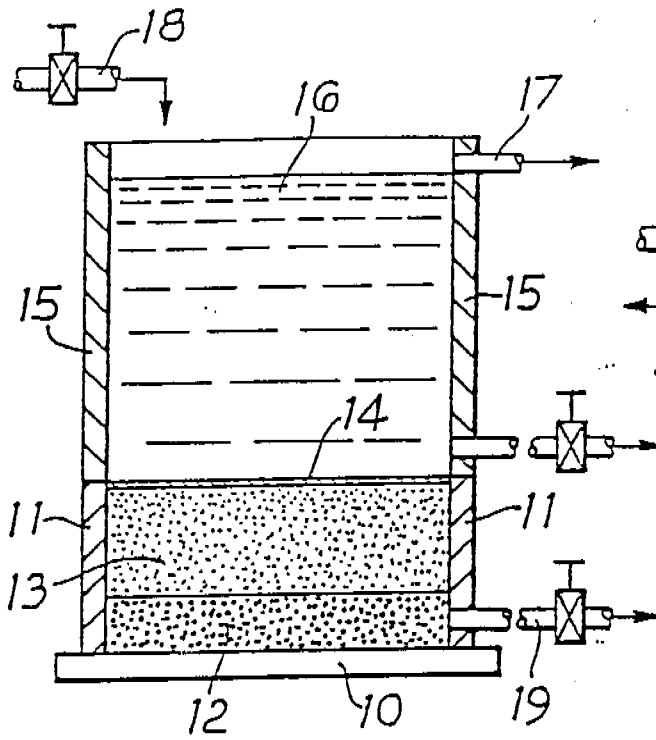


Fig. 1

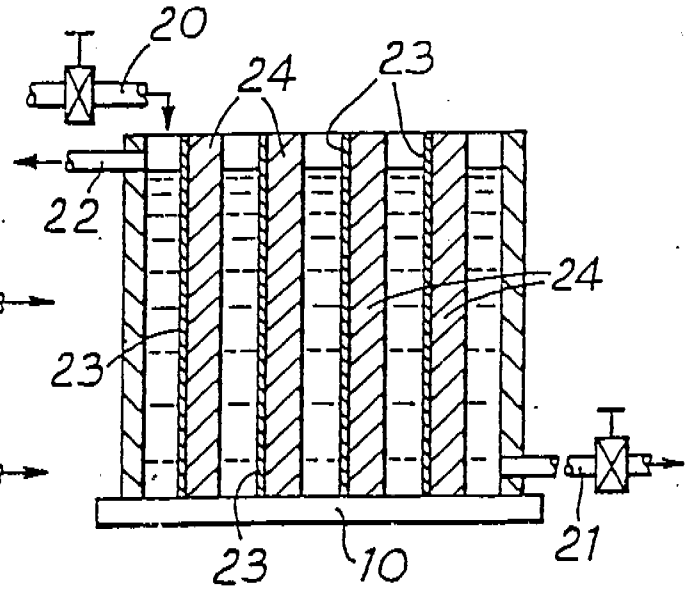


Fig. 3

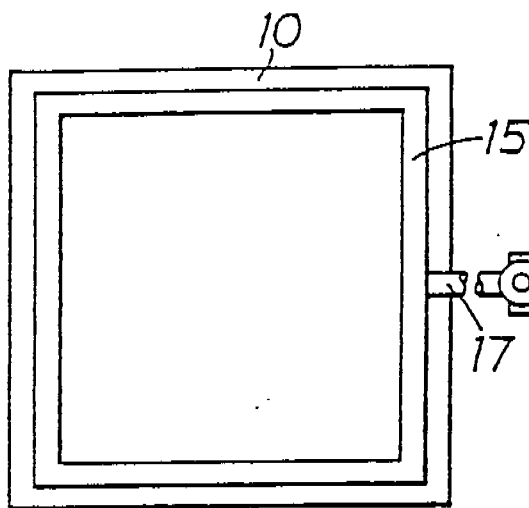


Fig. 2

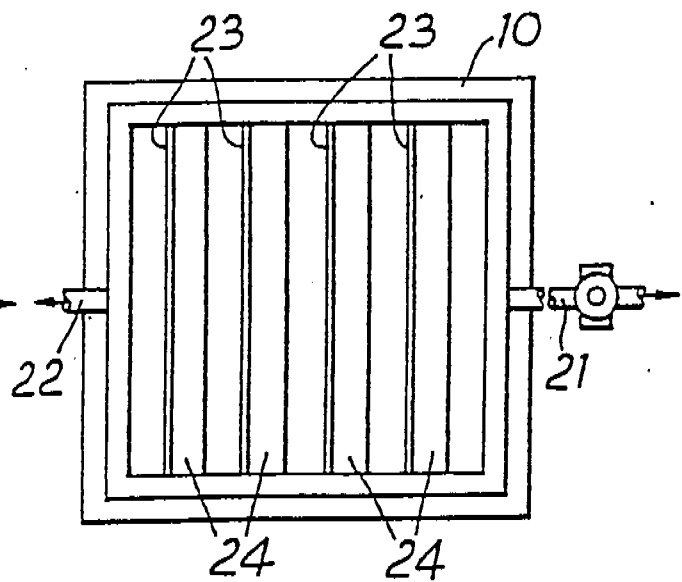


Fig. 4

DOCUMENT DI (Etat de la technique)

Progrès en matière de traitement des eaux

Dans le traitement des eaux, de l'eau provenant d'un réservoir est soumise à une première filtration au moyen d'un filtre qui retient les plus grosses impuretés, avant de subir une deuxième filtration au moyen d'un filtre à sable lent de grande taille.

- 5 Le filtre à sable lent est plus grand et est constitué d'un lit de sable plat (p.ex. d'environ 3 500 mètres carrés) à travers lequel on fait filtrer, assez lentement, à partir d'une tête maintenue au-dessus du lit, de l'eau filtrée par le filtre primaire. Avec le temps, de la vase s'accumule et des formations d'algues et de bactéries apparaissent à la surface du lit de sable, formant une couche qu'il est convenu d'appeler "Schmutzdecke". Celle-ci contient des bactéries gram-négatives productrices d'exopolysaccharides. Celles-ci contribuent à la filtration de l'eau. Au fur et à mesure que la couche appelée Schmutzdecke augmente, le taux de filtration de l'eau à travers le lit de sable décroît, et il arrive un moment où le filtre doit être vidé pour éliminer la Schmutzdecke afin d'avoir à nouveau un lit de filtration fonctionnant de façon efficace. On enlève la couche appelée Schmutzdecke en écumant mécaniquement les 2 à 5 cm supérieurs du lit de sable (qui constituent la Schmutzdecke), travail qui doit d'ordinaire être effectué tous les quelques mois. Il s'agit là d'un travail relativement long et laborieux, et même si le sable enlevé peut être nettoyé pour être réutilisé, ce nettoyage coûte assez cher. Au départ, le filtre peut avoir une épaisseur d'environ 75 cm. Lorsque celle-ci tombe en-dessous de 30 cm, suite aux écumages successifs, il est d'usage d'enlever la totalité du lit de sable et de le remplacer par un lit épais de sable frais, opération également longue et onéreuse compte tenu de la masse de sable à manipuler.

La présente invention porte principalement sur cette deuxième filtration, et vise à réduire le temps, le volume de travail et les coûts engendrés par cet enlèvement périodique de la Schmutzdecke, opération nécessaire au bon fonctionnement du filtre à sable lent.

25

Ainsi, notre invention propose une méthode pour maintenir le fonctionnement d'un filtre à sable lent de grande taille. Selon cette méthode la surface du lit de sable est recouverte par une ou plusieurs pellicules minces, souples et perméables à l'eau. Celles-ci forment une couche de filtration protectrice. Selon cette invention, la couche appelée Schmutzdecke se développe sur cette couche protectrice et non plus à même la surface de sable ; la Schmutzdecke est enlevée soit directement de

30

la couche protectrice qui reste en place, ou alors on enlève la couche protectrice du filtre avec la Schmutzdecke qui y adhère.

De cette façon, l'enlèvement de la Schmutzdecke permet de conserver le lit de sable suffisamment propre et intact. La fréquence d'enlèvement de la Schmutzdecke restera pratiquement inchangée par rapport à la pratique actuelle, mais c'est le temps nécessaire à l'enlèvement qui en sera diminué. La méthode selon l'invention est par conséquent plus rapide, plus facile à réaliser et plus économique que la méthode d'écumage actuelle. Elle devrait apporter des avantages considérables aux fournisseurs d'eau potable qui traitent leurs eaux à l'aide de filtres à sable lents de grande taille.

Chaque feuille formant la couche protectrice de filtration comprend de préférence un matériau synthétique qui est inerte dans l'eau. Il est préférable que ce matériau soit plus dense que l'eau afin qu'il puisse rester en place sur la surface du lit de sable. Mais si ce matériau a tendance à flotter, les feuilles qui le constituent peuvent être maintenues sur le lit de sable, par exemple par un treillis métallique qui repose sur ces feuilles. En outre, ce matériau aura de préférence une perméabilité à l'eau quasiment identique à celle du lit de sable, et opposera la même résistance à la pénétration de la vase.

Les tissus convenant à un tel usage sont des matériaux tissés ou non-tissés, des matériaux spongieux ou sous forme de natte de fibres. De bons résultats ont été obtenus avec une natte de fibres de coco, une éponge cellulosique, un tissu de coton et un tissu non-tissé de marque "Vilene". De tels tissus ont communément une porosité de plus de 75%, le diamètre des pores étant de 40-60 µm et de 10-30 µm une fois que la couche de polluants appelée Schmutzdecke s'est formée. De tels diamètres permettent un passage optimal de l'eau à travers la couche de polluants.

25

Pour enlever la Schmutzdecke de la couche protectrice qui reste en place, on peut avoir recours à un dragage par succion au moyen d'un appareil de dragage par succion conventionnel qui flotte sur l'eau au-dessus du lit de filtration. Dans un tel cas, les feuilles formant la couche protectrice ne doivent pas se détacher de la surface du lit. Celles-ci seront donc lestées avec un treillis métallique comme

30 indiqué ci-dessus.

La couche protectrice peut être retirée du filtre en vue d'en éliminer la Schmutzdecke. Pour ce faire, on peut enrouler ou replier manuellement ou mécaniquement chaque feuille après avoir vidé le filtre de son eau. On place ensuite une ou plusieurs nouvelles feuilles sur la surface de sable pour former une nouvelle couche protectrice de filtration, avant de remplir le filtre d'eau et de le remettre en
5 marche. Les feuilles sales qui ont été retirées du filtre peuvent être lavées, puis réutilisées, ce qui correspond à une économie de temps et d'énergie par rapport au lavage du sable après écumage tel que pratiqué actuellement.

Alternativement et si cela se justifie du point de vue économique, les feuilles sales sont jetées.

Revendications

1. Méthode pour faire fonctionner un filtre à sable lent de grande taille, en enlevant périodiquement de ce filtre la couche appelée Schmutzdecke qui se forme à la surface du lit de sable, caractérisée en ce que la surface du lit de sable est recouverte d'une ou plusieurs feuilles minces, souples et perméables à l'eau qui forment une couche protectrice de filtration, de sorte que la Schmutzdecke se forme sur la couche protectrice et non pas sur le sable, et que la Schmutzdecke est enlevée soit de la couche protectrice qui reste en place, soit en retirant du filtre la couche protectrice avec la Schmutzdecke qui la recouvre.
2. Méthode selon la revendication 1, dans laquelle la ou les feuilles formant la couche protectrice de filtration recouvrent également les parois latérales du filtre.
3. Méthode selon la revendication 1 ou la revendication 2, dans laquelle la ou les feuilles sont constituées d'un matériau qui est inerte dans l'eau.
4. Méthode selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle la ou les feuilles ont une perméabilité à l'eau qui est sensiblement la même que celle du lit de sable.

5. Méthode selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle la ou les feuilles sont plus denses que l'eau, si bien que la couche protectrice de filtration repose naturellement sur la surface du lit de sable.
6. Méthode selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans laquelle des treillis métalliques sont posés sur la couche protectrice de filtration pour la maintenir à la surface du lit de sable, les treillis métalliques étant enlevés avant l'enlèvement de la couche de filtrage protectrice.
7. Méthode selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle la couche protectrice, et avec elle la Schmutzdecke, sont enlevées du filtre en roulant ou en repliant la ou les feuilles après avoir vidé le filtre de son eau.
8. Méthode selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle la ou les feuilles sont raclées et lavées afin d'en enlever la Schmutzdecke.

DOCUMENT II (Etat de la technique)

Procédé et dispositif pour la préparation d'un réacteur biologique par fixation d'une biomasse à la surface d'un support

La présente invention se rapporte à un procédé et à un dispositif de préparation d'un réacteur biologique à biomasse fixée sur un support. Elle se révèle notamment d'une grande utilité dans une station d'épuration de l'eau pour traiter les eaux résiduaires par passage à travers un support granuleux, tel que du sable.

Les eaux résiduaires industrielles contiennent souvent des polluants constitués par des matières organiques ou minérales. Ces eaux doivent être épurées avant de pouvoir être rejetées dans le milieu naturel. Les traitements d'épuration peuvent être physico-chimiques, par exemple par adjonction de réactifs provoquant une précipitation des polluants, ou biologiques, consistant à éliminer les polluants en les mettant en contact avec des microorganismes afin de faire disparaître les impuretés renfermant du carbone et de l'azote.

Pour que la réaction biologique ait lieu, on met généralement l'eau résiduaire en contact avec une biomasse dans un réacteur biologique. La biomasse est une masse biologique de matériaux formant un écosystème qui comprend un certain nombre d'entités bactériennes. Les bactéries que contient la biomasse vont consommer les substances polluantes. Ces bactéries sont alors elles-mêmes consommées par d'autres micro-organismes, qui eux-mêmes sont consommés par d'autres, etc. La biomasse fonctionne en fait comme une chaîne de prédation. Dans bien des cas, une couche de biomasse utile se développe tout naturellement au sein des bioréacteurs oxygénés mis en oeuvre dans les stations d'épuration. Ces réacteurs contiennent un support sur lequel la biomasse se développe. Les bactéries actives dans de tels réacteurs sont souvent des bactéries gram-négatives productrices d'exo-polysaccharides. De tels bioréacteurs possèdent souvent le type de filtres à sable lents qui sont utilisés à grande échelle dans le traitement des eaux.

- 25 Il a été démontré que la vitesse de recouvrement de ces supports par la biomasse dépend de l'état de surface du support. Avec un support non poreux, tel que les grains de sable, le développement est très lent, généralement de l'ordre de deux à trois semaines. Par contre, on sait qu'une surface de support microporeuse accélère grandement le processus de recouvrement. Malheureusement, les supports microporeux sont très onéreux.

Dans la présente invention, les inventeurs ont constaté que traiter préalablement le support granuleux de façon à enrober les grains de micro-organismes apportait des avantages considérables par rapport aux supports n'ayant pas subi de traitement préalable. Plus précisément, l'ensemencement préalable du support granuleux permet d'accroître grandement les taux de formation des micro-organismes
5 formant la biomasse.

La présente invention porte sur un procédé pour le prétraitement d'un support destiné à être utilisé dans un réacteur biologique, selon lequel le support est revêtu de biomasse, puis congelé et maintenu dans cet état afin de préserver la biomasse recouvrant le support en attendant son introduction dans le réacteur.

Ainsi, on obtient sur la surface du support granuleux une pellicule qui favorise dans le réacteur l'établissement rapide de l'écosystème souhaité. Le taux de formation de la biomasse sur un support granuleux congelé selon l'invention soutient favorablement la comparaison avec les résultats obtenus sur des supports microporeux (non enrobés) qui sont bien plus coûteux. En effet, alors qu'il faut deux ou trois semaines pour mettre en route un réacteur contenant des supports granuleux ordinaires, les matériaux granuleux enrobés de la présente invention sont pratiquement opérationnels en l'espace d'un jour.

Les supports granuleux sont mis en contact avec la biomasse avant leur congélation, en les immergeant dans un bouillon de biomasse. Ensuite seuls les supports granuleux enrobés sont congelés. Leur stockage est simplifié du fait qu'il n'est pas nécessaire de congeler toute la masse liquide.

20 Ce matériau de supports congelés peut servir à faire démarrer un nouveau réacteur ou à faire redémarrer un réacteur déjà en service après une période d'hibernation ou après un arrêt pour maintenance. A cette fin, on remplit le réacteur d'eaux usées, éventuellement diluées avec de l'eau propre, et on relance le circuit de recyclage. Il suffit alors d'introduire dans le réacteur le matériau de supports congelés et d'attendre que la température de fonctionnement soit atteinte. Le temps de
30 démarrage (c'est-à-dire le temps qu'il faut au système pour devenir opérationnel afin que puisse débuter le traitement de l'eau) est réduit à environ un jour, alors qu'il était de deux à trois semaines auparavant.

Bien entendu l'invention n'est pas limitée au seul traitement des eaux usées, mais se prête à d'autres applications où il s'agit de fixer une biomasse sur un support.

De surcroît, bien que la description de l'invention porte plus précisément sur l'utilisation de sable
5 comme matériau de support, l'invention ne se limite nullement à ce matériau. Elle peut s'appliquer à n'importe quel autre type de support perméable ou non perméable, granuleux ou non granuleux ; y sont compris les matériaux textiles tissés ou non tissés utilisés dans de tels réacteurs selon l'état antérieur de la technique.

Revendications

1. Procédé de démarrage d'un bioréacteur comprenant une biomasse fixée sur un support, caractérisé en ce qu'un support est introduit dans le réacteur, lequel support comprend un ou plusieurs éléments préalablement enrobés de biomasse, puis congelés et stockés à l'état congelé.
2. Élément de support pour bioréacteurs, caractérisés en ce qu'il comprend un support solide enrobé de biomasse congelée.
3. Élément de support selon la revendication 2, caractérisé en ce que le support solide est constitué d'un matériau granuleux.
4. Élément de support selon la revendication 3, caractérisé en ce que le matériau granuleux est constitué de grains de sable.