

①2 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 22.11.91.

③0 Priorité :

⑦1 Demandeur(s) : REGIE AUTONOME DES
TRANSPORTS PARISIENS Etablissement public à
caractère industriel et commercial — FR et SOGEVAL
Société Anonyme — FR.

⑦2 Inventeur(s) : Tschöcke Christian et Arnoud André.

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : 28.05.93 Bulletin 93/21.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche : Se reporter à la fin du présent fascicule.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : Cabinet Claude Rodhain Conseils en
Brevets d'Invention.

⑤4 Procédé de traitement d'effluents aqueux par ultrafiltration tangentielle bioassistée.

⑤7 Le procédé est destiné à traiter des effluents aqueux, notamment des eaux résiduaires industrielles en provenance d'ateliers mécaniques. Ces effluents sont constitués d'une phase aqueuse et d'une charge polluante comportant des matières solubilisées, des matières colloïdales et, éventuellement, des matières en suspension. Après avoir recueilli les effluents, on les soumet à une filtration tangentielle sur une membrane propre à séparer un filtrat d'un rétentat.

zymatique et d'une charge nutritionnelle.

Selon l'invention, le procédé comporte en outre un pré-traitement ou cotraitement biologique de biodégradation consistant à transformer, par assimilation biologique et/ou action enzymatique, les phases solubilisée et colloïdale de l'effluent à traiter en une phase particulaire essentiellement formée de bactéries ou d'agrégats de bactéries, l'effluent prétraité étant ensuite soumis à la filtration (ultrafiltration, nanofiltration ou même osmose inverse) sur la membrane; la porosité de la membrane est choisie de manière à retenir la phase particulaire bactérienne ainsi formée, de manière à concentrer dans le rétentat la charge polluante et à délivrer un filtrat dépollué éventuellement réutilisable; et, après filtration, le rétentat ainsi concentré est évacué ou recyclé.

Le prétraitement ou cotraitement biologique est notamment réalisé par une biomasse comportant un complexe bactérien constitué essentiellement de *Pseudomonas* spécifiques non pathogènes, avec addition d'un complexe en-

FR 2 684 094 - A1



Procédé de traitement d'effluents aqueux par ultrafiltration tangentielle bioassistée

La présente invention concerne un procédé de traitement d'effluents aqueux par ultrafiltration tangentielle.

L'ultrafiltration tangentielle consiste à faire passer l'effluent à filtrer sur une membrane à très faible porosité, généralement en matériau céramique, afin d'en extraire un filtrat (également appelé « perméat »), ce qui laisse subsister un rétentat (également appelé « concentrat ») formé des éléments n'ayant pas traversé la membrane. Les deux caractéristiques essentielles de l'ultrafiltration tangentielle tiennent au fait que, d'une part, l'effluent à traiter est mis en circulation de manière à parcourir la cellule de filtrage parallèlement à la membrane sur toute l'étendue de celle-ci (flux « tangentiel ») et que, d'autre part, l'effluent à traiter circule sous pression dans la cellule de filtrage, afin de forcer l'établissement d'un flux transmembranaire (qui est donc orienté perpendiculairement au flux tangentiel). Le flux tangentiel, qui est un flux laminaire rasant, permet notamment de réaliser l'autocurage de la membrane, dont les pores de très faibles dimensions seraient, en l'absence d'un tel flux, immédiatement obturés par les particules en suspension.

Ici et dans la suite, le terme « ultrafiltration » sera entendu au sens large, c'est-à-dire que ce terme s'appliquera indifféremment à l'ultrafiltration proprement dite, au sens strict (correspondant à des dimensions typiques de pore comprises entre 10 et 500 nm, et qui répond à la plupart des applications envisageables), qu'à la nanofiltration (pores de 1 à 10 nm) ou encore à l'osmose inverse qui, outre la filtration proprement dite des matières en suspension, assure une fonction supplémentaire d'élimination des sels solubles.

L'ultrafiltration tangentielle, malgré son efficacité avérée, présente cependant un certain nombre d'inconvénients qui ont jusqu'à présent limité son utilisation à des domaines restreints, spécifiques.

Tout d'abord, un certain nombre de considérations physiques limitent l'efficacité de ce procédé.

En premier lieu, du fait de la finesse des pores, le débit de traite-

ment par unité de surface est faible, ce qui oblige à prévoir des surfaces de membrane élevées, grevant fortement le coût de l'installation.

De plus, selon la composition particulière de la charge polluante et compte tenu de la distribution de la taille des pores, qui peut être assez étalée, on peut arriver rapidement à boucher certains canaux de la membrane, soit par déformation mécanique des particules sous l'effet de la pression, soit par colmatage des pores par des particules de taille pratiquement identique ; dans ces conditions, le débit transmembranaire (qui est proportionnel à l'aire représentant, sur la courbe de distribution des pores, l'ensemble des pores non bouchés) qui était déjà relativement faible, diminue encore, d'où la nécessité de procéder à un décolmatage fréquent des pores de la membrane. Ce décolmatage, qui est réalisé mécaniquement par un fonctionnement en contrepression, entraîne un surcoût d'utilisation important car il ne peut avoir lieu qu'après arrêt du filtre et interruption du traitement proprement dit.

Une autre série d'inconvénients résulte du phénomène dit de « polarisation de concentration » tenant du fait que les liquides, selon leurs qualités rhéologiques et le niveau de leur charge polluante, forment plus ou moins rapidement un gel à la surface de la membrane lorsqu'ils reçoivent une pression, ce qui limite de ce fait le débit transmembranaire et peut aller jusqu'au blocage du processus de filtration. Il est de ce fait nécessaire, d'une part, d'augmenter la surface de membrane proportionnellement à l'augmentation du transfert de masse transmembranaire recherché — ceci afin de rester en deçà du seuil de polarisation — et, d'autre part, de prévoir, ici encore, des décolmatages mécaniques réguliers pour éliminer le gel de surface qui aurait pu se former sur la membrane.

Pour ces raisons, le procédé d'ultrafiltration tangentielle a jusqu'à présent été limité à des applications « nobles », essentiellement des applications alimentaires telles que la production des fromages (l'élément conservé étant le rétentat) ou de jus de fruit (l'élément conservé étant le filtrat).

Dans le domaine industriel, l'ultrafiltration tangentielle a reçu

peu d'applications ; on peut toutefois citer son utilisation pour le re-
traitement d'effluents contenant des hydrocarbures que l'on souhai-
te récupérer (par exemple des huiles de coupe à hautes performan-
ces), ces hydrocarbures étant récupérés dans le filtrat et le rétentat
5 étant rejeté ou recyclé pour traitement supplémentaire.

L'un des buts de la présente invention est d'étendre le domaine
de l'ultrafiltration tangentielle à des applications beaucoup plus
diverses, notamment le traitement à grande échelle d'effluents
industriels, en proposant une manière originale de surmonter les
10 inconvénients précités liés au colmatage des pores et au phénomène
de polarisation de concentration sur la membrane.

Comme on le verra, l'invention peut notamment être appliquée
(cet exemple n'étant bien entendu aucunement limitatif des possibi-
lités de l'invention) au traitement des eaux résiduaires industrielles
15 telles que les effluents produits dans les garages, les parcs de sta-
tionnement de véhicules à moteur, les ateliers de construction méca-
nique, les ateliers d'entretien, etc., qui sont tous, typiquement, des
effluents produits en quantité importante, dont la phase aqueuse est
présente en proportion élevée, mais dont le niveau de charge pol-
20 luante oblige toutefois ceux qui les produisent à les traiter avant de
les rejeter à l'égout.

L'origine de ces eaux résiduaires est par exemple le lavage de
véhicules, le nettoyage de pièces mécaniques, de sols de locaux, de
fosses d'entretien, etc., à l'aide de jets d'eau à basse ou haute pres-
25 sion, de la préparation et du dégraissage de surfaces par bains dé-
graissants, souvent à chaud, par le biais de machines à laver, toutes
opérations courantes dans les garages ou ateliers mécaniques.

En ce qui concerne la nature de la charge polluante, celle-ci est
en général assez complexe, tant du point de vue physique que chimi-
30 que.

Elle peut contenir :

- des matières en suspension (particules de l'ordre du micro-
mètre et au-dessus), plus ou moins denses mais faciles à sépa-
rer, tels que sable, poussières, papiers, boue, etc.,
- 35 — des matières colloïdales (particules de l'ordre de 10 nm), inclu-

ant notamment des émulsions d'hydrocarbures (aromatiques ou aliphatiques), de graisses minérales, d'huiles de vidange, de gas-oil perdu sur les postes de charge, de résidus de nettoyage, etc., de composés cycliques hydroxylés (phénols, voire polyphénols), etc. ; ces matières colloïdales sont, certes, séparables de l'effluent par filtrage, mais il faudrait prévoir un temps de séjour important, ce qui fait que, en pratique, ce type de charge polluante n'est pas filtrable de façon économique,

5 — des matières solubilisées (agents solvants, dérivés halogénés, métaux lourds sous la forme de cations, cyanures, nitrites, nitrates, phosphates, etc.) ; ce type de charge, par définition, n'est pas séparable par filtration, sauf dans le cas particulier d'un filtrage par osmose inverse.

10

En pratique, il existe assez peu de moyens économiques pour

15 traiter efficacement ce type de pollution.

Généralement, on prévoit de réaliser des ouvrages de rétention de pollution, appelés « séparateurs gravitaires » ou « pièges à hydrocarbures », dans lesquels la phase non miscible des effluents (principalement constitués d'hydrocarbures) est recueillie après un certain

20 temps de séjour, et envoyée vers un centre de traitement spécialisé ; le reste de l'effluent est rejeté à l'égout (en effet, compte tenu de son niveau résiduel de pollution physique (présence de particules abrasives) et chimique (présence d'une phase colloïdale subsidiaire, pH et potentiel rédox risquant de provoquer une corrosion), il est

25 impropre à une réutilisation, et donc rejeté à l'égout.

Il est en outre reconnu que, lors des vidanges des ouvrages de rétention, notamment des pièges à hydrocarbures, une grande quantité d'eau peu polluée est mélangée lors du pompage à la charge stockée, ce qui se traduit par un surcoût de traitement important

30 par rapport à la charge réelle à éliminer (le volume accru augmentant le coût de transport vers le centre de traitement, ainsi que le coût du traitement dans ce centre).

En outre, les curages et les pompages des séparateurs gravitaires doivent être relativement fréquents, et ces diverses installations

35 sont à la fois encombrantes (emprise au sol, notamment), complexes

et coûteuses à gérer (régulation du pH, récupération des matières flottantes, etc.).

L'un des buts de la présente invention est, en particulier, de s'affranchir de tous ces inconvénients en permettant un traitement des
5 eaux résiduaires industriel en continu, pratiquement sans stockage, avec :

- une forte concentration de la charge polluante (d'où une diminution du coût de sa vidange et de son retraitement par le centre spécialisé),
- 10 — une diminution notable de la taille des installations de traitement,
- une possibilité de réutiliser l'eau (qui constitue la majeure part du volume de l'effluent) après traitement et ce, de façon pratiquement directe, en délivrant une eau qui soit à la fois
15 dépolluée (notamment, dépourvue d'hydrocarbures), non abrasive (absence de particules) et non corrosive (pH neutre, quelles que soient les variations du pH de l'effluent reçu, et potentiel rédox faible), et donc un rejet nul à l'égout ; compte tenu de l'importance de la teneur en eau du fluide chargé, il
20 est en effet économiquement intéressant de séparer les phases de façon à ne plus avoir à évacuer que les polluants concentrés, et ainsi pouvoir réutiliser le filtrat après avoir séparé les deux phases par filtration.

Mais les méthodes existantes actuellement ne peuvent pas
25 répondre à ces impératifs, non plus que le procédé de filtration tangentielle exposé plus haut qui soit laissera passer les colloïdes et la fraction soluble dans le filtrat, soit (si l'on a un très faible seuil de coupure) ne laissera passer que la fraction soluble mais avec un très faible débit transmembranaire.

30 L'idée-mère de l'invention consiste à transformer les charges colloïdales et les charges solubles (ou, à tout le moins, la majeure partie de ces dernières) en une phase particulaire, aisément filtrable. Cette transformation d'état (de soluble à particulaire ou de colloïdal à particulaire) est réalisée, de façon caractéristique de l'invention,
35 par voie biologique, grâce à un prétraitement ou cotraitement par

voie bactérienne (digestion par une biomasse, toujours très simple et économique à mettre en œuvre) et, éventuellement, enzymatique.

En outre, la digestion par la biomasse modifie la viscosité du milieu et modifie donc notablement le seuil de polarisation de la membrane ; le débit transmembranaire peut alors être multiplié dans des rapports de dix à vingt par rapport à une filtration sans traitement biologique, ce qui permet d'accroître le débit de filtration sans avoir à accroître la surface de filtration.

Plus précisément, le procédé de l'invention, qui est un procédé de traitement d'effluents aqueux, notamment d'eaux résiduelles industrielles en provenance d'ateliers mécaniques, ces effluents étant constitués d'une phase aqueuse et d'une charge polluante comportant des matières solubilisées, des matières colloïdales et, éventuellement, des matières en suspension, dans lequel, après avoir recueilli les effluents, on les soumet à une filtration tangentielle sur une membrane propre à séparer un filtrat d'un rétentat est caractérisé, selon l'invention : en ce qu'il comporte en outre un prétraitement ou cotraitement biologique de biodégradation consistant à transformer, par assimilation biologique et/ou action enzymatique, les phases solubilisée et colloïdale de l'effluent à traiter en une phase particulière essentiellement formée de bactéries ou d'agrégats de bactéries, l'effluent prétraité étant ensuite soumis à la filtration sur la membrane ; en ce que la porosité de la membrane est choisie de manière à retenir la phase particulière bactérienne ainsi formée, de manière à concentrer dans le rétentat la charge polluante et à délivrer un filtrat dépollué éventuellement réutilisable ; et en ce que, après filtration, le rétentat ainsi concentré est évacué ou recyclé.

On transforme ainsi, par action de la biomasse bactérienne, une pollution colloïdale (colloïdes de l'ordre de 10 nm typiques, non filtrables de façon économique) en une pollution particulière constituée de bactéries dont les dimensions sont généralement de l'ordre de 1 à 5 μm , ces bactéries pouvant d'ailleurs se réunir en flocs (dimensions de l'ordre de 50 à 200 μm), et donc très aisément filtrable, avec un débit élevé et sans risque important d'obturation des pores de la membrane.

Très avantageusement, le prétraitement ou cotraitement biologique est réalisé par une biomasse comportant un complexe bactérien constitué essentiellement de *Pseudomonas* spécifiques non pathogènes, cette biomasse étant de préférence préalablement additionnée d'un complexe enzymatique constitué essentiellement d'hydrolases de la famille des estérases et des carbohydrases, ainsi que d'une charge nutritionnelle.

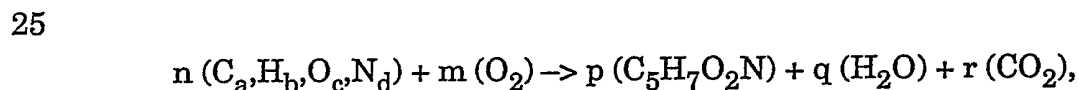
La filtration mise en œuvre est généralement une ultrafiltration, mais peut également être une nanofiltration ou même une osmose inverse (ce qui permet d'éliminer également les sels solubles).

◇

On va maintenant exposer plus en détail le processus mis en œuvre par l'invention.

On peut considérer que, pour réduire une pollution donnée, les bactéries ont deux modes d'action parfaitement définis : l'assimilation (synthèse protoplasmique) et l'hydrolyse enzymatique.

En ce qui concerne l'assimilation, dès lors que tous les éléments constitutifs de la biomasse sont présents dans le milieu de culture, les bactéries se reproduisent par dédoublement, la synthèse d'une nouvelle biomasse s'effectuant à partir d'un substrat à partir duquel les bactéries vont se nourrir. On peut schématiser ce processus par le bilan chimique suivant (voie aérobie) :



(C_a, H_b, O_c, N_d) représentant la composition du substrat à dégrader, et

$C_5H_7O_2N$ étant la formule générique représentative de la biomasse bactérienne.

La croissance bactérienne continue jusqu'à épuisement du substrat. Par un choix approprié des bactéries, on peut rendre biodégradable pratiquement n'importe quel substrat et le faire ainsi passer d'un état solubilisé ou colloïdal à un état particulaire constitué de

bactéries ou d'agrégats de bactéries, facilement séparable sur une membrane.

Le second phénomène mis en jeu, l'hydrolyse enzymatique, altère des chaînes longues non assimilables en l'état, tout particulièrement
5 les hydrocarbures (aromatiques ou aliphatiques), qui ne sont généralement pas directement assimilables, surtout lorsque leur nombre important d'atomes de carbone représente une énergie de liaison trop élevée à vaincre par simple assimilation directe.

En « cassant » ces molécules par hydrolyse, on modifie leur encombrement stérique et leur poids moléculaire de manière à permettre
10 le franchissement des membranes cytoplasmiques des bactéries.

Pour hydrolyser ces hydrocarbures, qu'ils soient aromatiques ou aliphatiques, on peut utiliser des bactéries choisies de manière à ce qu'elles puissent se développer sur le substrat à traiter et surtout,
15 qu'elles soient capables d'excréter les enzymes nécessaires (hydrolases), permettant de couper les polymères en chaînes plus courtes, voire en monomères.

On utilise un mélange de souches de bactéries approprié susceptible d'entretenir les hydrolyses et surtout de diriger les métabolismes. La biomasse est notamment constituée de *P. sp.* (*Pseudomonas*
20 *spécifiques*) non pathogènes, famille dans laquelle on peut choisir des biotypes, par exemple *P. Stutzeri*, adaptés à la digestion et à l'hydrolyse des hydrocarbures présents dans les effluents à traiter, et compte tenu des conditions de pH et de température de cet
25 effluent.

On notera cependant que le but de cette hydrolyse n'est pas, ici, de réduire la taille des molécules afin qu'elles franchissent plus rapidement la membrane — au contraire, il s'agit de retenir la charge polluante et de la concentrer dans le rétentat. En pratique, les hydrocarbures ayant tendance, même à des seuils de coupure très bas,
30 à passer de l'effluent vers le filtrat — ce qui provoquerait, en l'absence de prétraitement biologique, un filtrat beaucoup plus concentré en hydrocarbures que l'effluent de base —, il est indispensable que les hydrocarbures soient hydrolysés et assimilés de façon à la
35 fois rapide et sensible.

De ce fait, pour amorcer les réactions d'hydrolyse nécessaires et accélérer le développement du métabolisme de la biomasse, on ajoute avantageusement à la biomasse un complexe enzymatique contenant des hydrolases, notamment de la famille des estérases et des carbohydrases, par exemple le complexe commercialisé sous la
5 dénomination SPECIFLOR HYDROCARBURES par LOBIAL, département de la société SOGEVAL, à Laval, France (SPECIFLOR est une marque déposée de la société SOGEVAL).

Enfin, il est nécessaire d'ajouter à la biomasse un complément
10 de charge contenant à la fois des éléments nutritifs en lesquels l'effluent est carencé (essentiellement des nutriments azotés), des cofacteurs et des facteurs de croissance de la biomasse. Un tel complément de charge est par exemple le produit commercialisé sous la dénomination EXIFLOR par LOBIAL, département de la société SOGE-
15 VAL, à Laval, France (EXIFLOR est une marque déposée de la société SOGEVAL). Cette charge nutritionnelle contient tous les éléments nécessaires à l'entretien du métabolisme de la biomasse.

On notera ici que, selon les circonstances, le traitement biologique peut être soit un prétraitement soit un cotraitement (c'est-à-dire
20 un traitement concomitant à la filtration), toutes choses inchangées par ailleurs.

Éventuellement, pendant l'étape de prétraitement ou de cotraitement, l'eau est oxygénée suffisamment (barbotage d'air) pour permettre l'entretien des réactions aérobies.

Après avoir mis à réagir les eaux résiduaires industrielles et le
25 complexe enzymatico-bactérien décrit ci-dessus, on filtre l'effluent, ce qui donne, d'une part, un filtrat dépollué (éventuellement réutilisable) et un rétentat concentré en charge polluante qui peut être évacué (mais avec un volume global très inférieur à ce qui aurait été
30 sans prétraitement biologique) ou bien recyclé pour concentration supplémentaire. Le rétentat, c'est-à-dire la charge polluante captée lors de la filtration, peut être concentré jusqu'à totale élimination de la phase aqueuse libre grâce à l'installation d'une boucle sur le circuit de la membrane.

35 On notera que cette manière de procéder est exactement inverse

de celle utilisée dans la technique connue, évoquée plus haut, de filtrage des hydrocarbures tels que des huiles de coupe par ultrafiltration tangentielle où, au contraire de l'invention, on recueille les hydrocarbures dans le filtrat et on dépollue le rétentat.

5 Par ailleurs, il est intéressant de remarquer que le traitement biologique selon l'invention permet une dépollution efficace des métaux lourds contenus dans les eaux résiduaires industrielles. L'effluent est en effet souvent chargé en métaux lourds tels que plomb, zinc, mercure et fer, présents sous la forme de cations divalents.

10 Comme les parois cellulaires des bactéries portent de nombreuses charges négatives dues à la présence de ligands tels l'ion orthophosphate, l'ion carboxyle, l'ion hydroxyle, etc. et de molécules telles que des chitines, des chitosanes et des glycanes, il se crée entre les charges négatives (cations métalliques) et positives (parois cellulaires des bactéries) une attirance naturelle aboutissant à une adsorption rapide (de l'ordre d'une demi-heure), indépendante de la température mais réversible (il ne s'agit pas d'une assimilation), de ces cations métalliques. On connaît ainsi des souches de *Rhizopus* spécifiques non pathogènes qui peuvent capter jusqu'à 9,6% de leur

15 poids (en extrait sec) de métaux lourds, tous métaux confondus ; on sélectionne ces souches selon l'application particulière envisagée, en fonction de la nature des cations à capter et des conditions physico-chimiques du milieu où elles se développeront, et on les incorpore au mélange réactif bactérien de base.

25

◇

On va maintenant donner des valeurs de résultats obtenus par la mise en oeuvre du procédé de l'invention.

30 Après avoir mis à réagir les eaux résiduaires industrielles et le complexe enzymatico-bactérien décrit ci-dessus, on filtre l'effluent à différentes porosités, et on mesure le taux d'hydrocarbures dans le filtrat.

Pour des pores de 100 nm, en l'absence de tout prétraitement biologique, on retrouve dans le filtrat une concentration en hydrocar-

35

bures accrue de 190% (140% avec des pores de 50 nm), du fait de la propension des hydrocarbures à traverser la membrane, comme expliqué plus haut.

Si au contraire on applique à l'effluent, avant ultrafiltration tangentielle, le prétraitement biologique selon l'invention, on ne retrouve plus dans le filtrat que 122% de la concentration initiale si l'on prévoit un temps de séjour d'une heure, 44,5% si l'on prévoit un temps de séjour de 24 heures et 0% si l'on prévoit un temps de séjour de 36 heures (la totalité des hydrocarbures ayant alors été assimilée ou hydrolysée).

En ce qui concerne les phénols, en l'absence de prétraitement on retrouve dans le filtrat 185% de la concentration initiale de l'effluent tandis que, avec un prétraitement de 6 heures, on ne retrouve plus que 51% de cette concentration initiale, et 0% après 24 heures.

Le rendement sur les matières en suspension est de 100%, puisque la mesure des matières en suspension lors des essais de contrôle s'effectue par le biais d'un filtre de référence de porosité 0,7 ou 1,2 μm , ce qui représente un seuil de coupure largement supérieur à celui des membranes utilisées.

En ce qui concerne le débit, et donc le rendement du filtre, celui-ci est accru dans des proportions considérables par rapport à une ultrafiltration sans prétraitement en raison de la double action du prétraitement biologique : d'une part la modification du seuil de polarisation de la membrane, d'autre part la profonde modification du comportement rhéologique de l'effluent.

Le débit transmembranaire peut être ainsi accru d'un facteur cinq pour des membranes à fort seuil de coupure (200 nm et 500 nm) et d'un facteur dix pour des membranes à plus faible porosité (50 nm et 100 nm), le débit passant alors de 15 l/h/m² à 150 l/h/m² et pouvant même atteindre 300 l/h/m².

En d'autres termes, à performances égales on peut traiter des volumes d'effluents importants avec des membranes de faibles dimensions et donc à un coût raisonnable.

En outre, comme l'on repousse le seuil de polarisation de concentration de la membrane, on diminue sensiblement la fréquence des

décolmatages, ce qui permet un travail plus long de la boucle ; enfin, la membrane étant moins souillée, on en diminue la fréquence et la durée des lavages.

5 On constate de plus que le filtrat obtenu présente des caractéristiques physico-chimiques particulièrement avantageuses qui le rendent apte à une réutilisation immédiate sans autre traitement ; le volume d'eau globalement consommé par l'atelier ou le garage en est réduit d'autant, d'où une économie substantielle.

Plus précisément, la phase aqueuse extraite de l'effluent est :

- 10 — dépourvue d'hydrocarbures (ainsi que de phénols, métaux lourds, etc.), de la manière indiquée plus haut,
- non abrasive, car débarrassée de ses particules en suspension : avec un filtrage à $0,1\ \mu\text{m}$, la qualité de l'eau est très supérieure à celle des normes généralement prescrites, qui imposent l'absence de particules de dimensions supérieures à
- 15 $0,7\ \mu\text{m}$ ou bien $1,2\ \mu\text{m}$, selon les cas,
- chimiquement neutre du point de vue de son acidité : en moyenne, le pH de sortie du filtrat est de l'ordre de $7,2 \pm 0,2$, donc pratiquement neutre, et ce malgré des variations du pH
- 20 d'entrée de l'effluent pouvant aller de 7 à 11 (soit 4 ordres de grandeur logarithmiques) ; on constate ainsi un effet tampon important sur le pH,
- chimiquement neutre du point de vue de l'oxydo-réduction : l'eau ayant été oxygénée pour entretenir la biomasse, son potentiel rédox est positif, de sorte qu'elle n'est pas corrosive
- 25 pour la plupart des applications courantes.
-

30

35

REVENDICATIONS

1: Un procédé de traitement d'effluents aqueux, notamment d'eaux résiduelles industrielles en provenance d'ateliers mécaniques, ces effluents étant constitués d'une phase aqueuse et d'une charge polluante comportant des matières solubilisées, des matières colloïdales et, éventuellement, des matières en suspension, procédé dans lequel, après avoir recueilli les effluents, on les soumet à une filtration tangentielle sur une membrane propre à séparer un filtrat d'un rétentat,

procédé caractérisé :

en ce qu'il comporte en outre un prétraitement ou cotraitement biologique de biodégradation consistant à transformer, par assimilation biologique et/ou action enzymatique, les phases solubilisée et colloïdale de l'effluent à traiter en une phase particulaire essentiellement formée de bactéries ou d'agrégats de bactéries, l'effluent prétraité étant ensuite soumis à la filtration sur la membrane,

en ce que la porosité de la membrane est choisie de manière à retenir la phase particulaire bactérienne ainsi formée, de manière à concentrer dans le rétentat la charge polluante et à délivrer un filtrat dépollué éventuellement réutilisable,

et en ce que, après filtration, le rétentat ainsi concentré est évacué ou recyclé.

2. Le procédé de la revendication 1, dans lequel le prétraitement ou cotraitement biologique est réalisé par une biomasse comportant un complexe bactérien constitué essentiellement de *Pseudomonas* spécifiques non pathogènes.

3. Le procédé de la revendication 2, dans lequel la biomasse est préalablement additionnée d'un complexe enzymatique constitué essentiellement d'hydrolases de la famille des estérases et des carbohydrases.

4. Le procédé de la revendication 2, dans lequel la biomasse est préalablement additionnée d'une charge nutritionnelle.

5 5. Le procédé de la revendication 1, dans lequel la filtration mise en œuvre est une ultrafiltration.

6. Le procédé de la revendication 1, dans lequel la filtration mise en œuvre est une nanofiltration.

10 7. Le procédé de la revendication 1, dans lequel la filtration mise en œuvre est une osmose inverse.

15

20

25

30

35

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE
établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FR 9114392
FA 464697

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	US-A-3 472 765 (DORR-OLIVER INC.) * colonne 7; revendication 1 * * colonne 1, ligne 28 - ligne 35 * * colonne 2, ligne 21 - ligne 50 * * colonne 3, ligne 1 - ligne 20; figures * ----	1, 4, 5, 7
X	DE-A-3 815 271 (SANDOZ-PATENT-GMBH) * colonne 3; revendication 1 * * colonne 1, ligne 20 - ligne 51 * ----	1, 6
A	DE-A-3 826 968 (SCHRECK, PAUL) * colonne 4; revendications 1, 3-6 * ----	1-3
A	EP-A-0 267 962 (ZAPADNO-SIBIRSKY NAUCHNO-ISSLEDOVATELSKY GEOLOGORAZVEDOCHNY NEFTYANOI) * page 24; revendications 1, 8 * ----	1, 2, 4
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 12, no. 365 (C-532)(3212) 29 Septembre 1988 & JP-A-63 116 800 (NIIGATA ENG. CO. LTD) 21 Mai 1988 * abrégé * -----	1, 3
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
		C02F
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
06 AOUT 1992		TEPLY J.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		
T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant		
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		