

⑫ DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑭ Date de dépôt : 13.11.91.

⑮ Priorité : 16.11.90 IT 2207990.

⑯ Date de la mise à disposition du public de la demande : 22.05.92 Bulletin 92/21.

⑰ Liste des documents cités dans le rapport de recherche : *Le rapport de recherche n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

⑱ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑴ Demandeur(s) : IONICS ITALBA S.P.A. — IT.

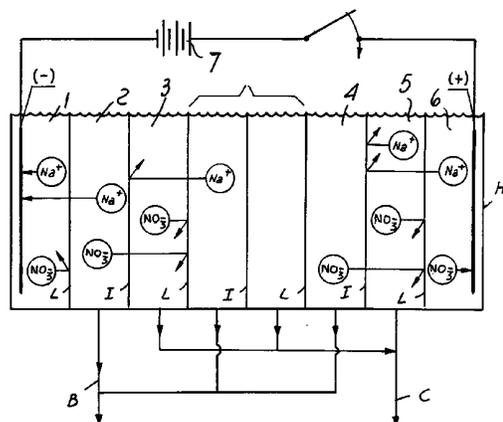
⑵ Inventeur(s) : Ciallie' Franco et Vaccaro Guido.

⑶ Titulaire(s) :

⑷ Mandataire : Cabinet Nony & Cie.

⑸ Procédé pour l'élimination des nitrates des eaux à usage d'eaux potables par utilisation de systèmes à membranes et similaires.

⑹ L'invention concerne un procédé pour l'élimination des nitrates des eaux destinées à être utilisées comme eaux potables, caractérisé en ce qu'il consiste à soumettre l'eau crue à traiter à l'action d'une pluralité de moyens épurateurs à membranes, particulièrement des unités d'électrodialyse (1) à (6) de préférence du type à inversion de polarité, disposées en série de façon à permettre à ladite unité d'épurer progressivement l'eau jusqu'à amener la concentration des nitrates et autres ions au moins dans les limites souhaitées, telles que les limites prévues par les normes légales concernant les eaux potables, puis à concentrer dans un flux unique les eaux de décharge sortant desdites unités d'électrodialyse et ensuite à soumettre le flux de décharge concentré à un traitement de dénitrification biologique, de manière à obtenir de l'eau de décharge dont la teneur en nitrates et autres ions est dans les limites établies par les normes concernant les eaux de décharge.



Procédé pour l'élimination des nitrates des eaux à usage d'eaux potables par utilisation de systèmes à membranes et similaires.

La présente invention a pour objet un procédé pour l'élimination
5 des nitrates et des autres composants ioniques en excès par rapport
aux normes légales des eaux destinées à une utilisation comme eaux
potables par utilisation de systèmes à membranes, en particulier une
batterie d'électrodialyse à inversion de polarité utilisant des
10 membranes alternativement perméables aux cations et aux anions, en
combinaison avec un système de dénitrification uniquement du flux de
décharge, à même d'éliminer de la saumure de décharge les nitrates en
excès par rapport aux normes légales.

Ainsi que cela est connu, la teneur en nitrates des eaux
potables a progressivement augmenté, obligeant le législateur à
15 intervenir pour fixer une limite maximale comme valeur de sécurité
pour l'alimentation humaine. Dans le même temps, les normes légales
ont établi les paramètres pour tous les autres composants ioniques des
eaux à usage potable, rendant obsolètes de nombreux traitements
traditionnels résolvant le problème de façon partielle (adoucissement
20 à la chaux, adoucissement par échange ionique, élimination sélective
des nitrates sur des résines à échange ionique, dénitrification
biologique aérobie ou anaérobie) on de façon totale en ayant recours à
la reminéralisation du produit (osmose inverse, systèmes
d'évaporation).

25 Les normes les plus récentes, par exemple la directive CEE No
80/778 du 15 juillet 1980 et le décret DPCM du 8 février 1985, ont
établi pour les nitrates des limites maximales d'acceptabilité dans

les eaux potables, qui ne doivent pas être dépassées, et des valeurs guides à respecter pour d'autres paramètres chimiques, parmi lesquels la dureté de l'eau, les chlorures, les sulfates, le sodium et les solides dissous totaux, ou sels dissous totaux, (SDT), ainsi que des limites d'acceptabilité pour les nitrates présents dans les eaux de 5 décharge, limites qui selon les normes les plus récentes sont précisées à 20 ppm pour l'azote ou à 88,5 ppm pour le NO₃.

La technologie adoptée jusqu'ici tend à résoudre un problème à la fois, pour améliorer les caractéristiques de potabilité des eaux, 10 c'est-à-dire:

- adoucissement à la chaux ou avec des résines d'échange ionique pour abaisser la dureté;
- résines sélectives à échange ionique ou traitements biologiques pour l'élimination des nitrates;
- 15 - électrodialyse ou osmose inverse pour la réduction des (SDT), des chlorures et des sulfates, en particulier pour le traitement des eaux saumâtres.

Les nouvelles normes demandent par contre de traiter le problème de l'eau potable d'une façon globale car très fréquemment les eaux 20 disponibles ne sont pas potables sur le plan de nombreux paramètres, et non uniquement pour la teneur en nitrates ou pour la teneur en chlorures.

Parmi les divers procédés connus, seul celui qui utilise des unités d'électrodialyse, et spécialement des unités d'électrodialyse à 25 inversion de polarité (EIP), permet d'éliminer les nitrates de l'eau en ramenant simultanément les autres polluants dans les limites d'acceptabilité maximale des nouvelles normes et permet en outre d'approcher ou d'atteindre de façon économique et optimale sur le plan énergétique les valeurs guides indiquées.

30 Ce procédé, en outre, du fait qu'il est constitué par des étapes ou stades successifs, permet d'arrêter le traitement aux nécessités effectives présentées par la source d'eau disponible.

Mais il faut noter que les systèmes connus tels que l'osmose inverse et l'évaporation, produisant une déminéralisation trop 35 prononcée, ont besoin pour la potabilité d'une reminéralisation soit

par des produits chimiques soit par mélange avec de l'eau crue.

Il convient également de noter, ainsi que cela sera rendu plus clair dans la suite, que l'utilisation d'unités (EIP) permet l'élimination quantitativement équivalente aussi bien du chlorure que
5 des nitrates en permettant aux nitrates de passer en dessous du seuil maximal admissible, et aux chlorures d'approcher ou d'améliorer la valeur guide des normes.

Tous les procédés connus d'élimination des nitrates, y compris l'électrodialyse et seulement à l'exception de ceux qui effectuent
10 directement sur l'eau potable le traitement biologique pour l'élimination des nitrates, ont pour inconvénient qu'ils réunissent les nitrates éliminés dans les flux de décharge, la teneur de ces derniers pouvant devenir supérieure aux valeurs acceptables établies par les normes concernant les eaux de décharge. Un traitement
15 ultérieur pour faire revenir également le flux de décharge dans les limites imposées par la loi est donc indispensable.

Le traitement biologique effectué directement sur l'eau potable présente par contre un autre grand inconvénient dû au fait que le contact et la présence directe des bactéries dans l'eau potable, ce
20 qui est techniquement possible, peuvent endommager l'organisme humain. C'est surtout cette possibilité de la présence de bactéries que la présente invention se propose d'éliminer totalement.

Le but principal de la présente invention est donc de réaliser un procédé pour l'élimination des nitrates (et autres ions nocifs) des
25 eaux destinées à un usage potable permettant, grâce à un procédé particulier combiné de traitement de l'eau au moyen de systèmes à membranes et de dénitrification des eaux de décharge séparément de l'eau potable, de parvenir aux valeurs prescrites par les normes légales aussi bien pour l'eau potable que pour l'eau de décharge.

30 Un autre but de l'invention est de réaliser un procédé d'électrodialyse des nitrates conçu de façon à permettre de limiter le traitement d'élimination des nitrates aux valeurs établies par les normes concernant les eaux potables, à permettre l'élimination simultanée, avec les nitrates, des chlorures, sulfates, de la dureté
35 et solides dissous totaux, et à assurer également la constance de la

qualité de l'eau produite par rapport à une constance correspondante des caractéristiques chimiques de l'eau crue alimentée.

Un autre but de l'invention est d'obtenir un procédé du type spécifié ci-dessus et apte à fournir des rendements élevés d'eau
5 potable sans nécessiter des mélanges, des homogénéisations et des reminéralisations particulières de l'eau produite, avec des avantages évidents aussi bien économiques que pratiques, et qui soit ainsi très avantageux par rapport aux procédés d'élimination des nitrates actuellement utilisés en termes d'occupation de surface, de coûts
10 d'installation et de fonctionnement.

Ces buts, et d'autres encore, qui sont précisés davantage dans la description qui suit, sont atteints par un procédé d'élimination des nitrates d'eaux destinées à un usage potable, et qui consiste, selon la présente invention, à soumettre l'eau crue à traiter à un
15 traitement d'élimination des nitrates et autres ions présents dans cette eau à l'aide d'une pluralité d'éléments épurateurs à membranes, en particulier une pluralité d'unités d'électrodialyse, de préférence du type à inversion de polarité, disposées en série de façon à permettre à chaque unité à membranes d'épurer progressivement l'eau,
20 jusqu'à ce que soit obtenue une élimination des nitrates et autres ions, tels que chlorures, sulfates et similaires, permettant d'assurer le degré de potabilité (concentration des nitrates et autres ions au moins dans les limites souhaitées, notamment les limites prévues par les normes concernant les eaux potables), puis à concentrer dans un
25 flux unique les eaux de décharge sortant desdits éléments épurateurs, et ensuite à soumettre ledit flux concentré à un traitement de dénitrification biologique au moyen de technologies connues de façon à respecter également pour les eaux de décharge la teneur limite en nitrates et autres ions souhaitée, par exemple celle établie par les
30 lois en vigueur.

D'autres caractéristiques et avantages du procédé selon l'invention sont précisés davantage dans la description détaillée qui suit de la forme préférée, et non limitative, de réalisation pratique, description qui est faite en faisant référence aux planches de dessins
35 annexées dans lesquelles:

la figure 1 montre sous la forme d'un schéma par blocs les appareils, connus chacun en soi, utilisables pour la mise en oeuvre des phases opérationnelles du procédé d'élimination des nitrates, réalisé selon l'invention, et

5 la figure 2 montre sous une forme schématique une série d'unités d'électrodialyse à membranes à polarité inverse utilisées pour la séparation selon l'invention des nitrates et autres ions de l'eau destinée à un usage potable et pour leur élimination des flux de décharge, enrichis en nitrates, émis par lesdites unités
10 d'électrodialyse, pour un traitement global subséquent et séparé de dénitrification.

En se référant à la figure 1, une eau crue à traiter, avantageusement filtrée pour en éliminer des corps solides étrangers éventuels, est envoyée par une conduite A à une pluralité d'unités ou
15 cellules d'électrodialyse à membranes à polarité inverse, disposées en série et selon une quantité adaptée pour obtenir l'élimination des nitrates, chlorures et similaires, jusqu'à ce que la concentration dans l'eau soit réduite et parvienne dans les limites des normes concernant les eaux potables. L'eau épurée des diverses unités, ainsi
20 que cela est expliqué plus précisément ci-après, est envoyée par une conduite B aux installations d'utilisation, alors que les flux de décharge des unités sont réunis, et en passant par une conduite C, sont envoyés à une unité de dénitrification biologique D où, après traitement par adjonction de substances nutritives organiques E,
25 introduites par une conduite F, le flux de décharge dénitrifié est envoyé à la décharge par une conduite G.

Plus particulièrement, les phases opérationnelles de l'élimination des nitrates au moyen d'un système à membranes constitué par des unités d'électrodialyse à membranes à polarité inverse peuvent
30 être résumées comme suit.

En faisant référence à ladite figure 2, un système d'électrodialyse est constitué essentiellement par un conteneur parallélépipédique H dans lequel est disposée une pluralité de membranes verticales et équidistantes qui définissent des
35 compartiments ou cellules indiqués par les chiffres 1 à 6.

Les membranes sont du type anionique et du type cationique et sont disposées alternativement à l'intérieur du conteneur 4; les compartiments d'extrémité 1 et 6 contiennent les électrodes, la cathode dans le compartiment 1 et l'anode dans le compartiment 6.

5 Lesdites électrodes sont reliées à une source d'énergie électrique à courant continu 7. Grâce à cette disposition, le système d'électrodialyse est à même de maintenir une qualité constante pour l'eau rendue potable par l'inversion de la polarité du courant
10 électrique issu de la source 7. L'eau crue est ici introduite de façon continue dans les compartiments compris entre le premier et le dernier de la série et les membranes servent à séparer les impuretés (nitrates, chlorures, etc.) ionisées en solution.

Plus précisément, les membranes sont indiquées à la figure 2 par paires, c'est-à-dire par les lettres I et L pour chaque paire
15 contiguë.

Les membranes indiquées en "I" sont du type anionique, imperméables à l'eau et permettant le passage des ions chargés négativement (anions).

20 Les membranes indiquées en "L" sont du type cationique, imperméables à l'eau et permettant le passage des ions chargés positivement (cations). En ce qui concerne les cellules ou compartiments, les compartiments 1 et 6 sont des compartiments particuliers car ils contiennent les électrodes, alors que les autres remplissent respectivement les fonctions suivantes:

25 - compartiment 2 : les ions NO_3^- et les autres ions chargés négativement ne peuvent pas traverser la membrane "L" et restent dans le

30 - compartiment 3 : les ions Na^+ et les autres ions chargés positivement ne peuvent pas traverser la membrane "I" et restent dans le compartiment 3.

- compartiment 4 : les ions NO_3^- et autres ions chargés négativement passent dans le compartiment 5 en traversant la membrane "I", les ions Na^+ et autres ions chargés positivement passent dans le compartiment 3 en traversant la membrane "L".

35 - compartiment 5 : Les ions NO_3^- et autres ions à charge

négative ne peuvent pas traverser la membrane "L" et restent dans le compartiment 5.

Les ions Na^+ et autres ions à charge positive ne peuvent pas traverser la membrane I et restent dans le compartiment 5.

5 Le résultat global est que l'eau des compartiments 2 et 4 s'est appauvrie en nitrates et autres ions et peut donc en tant que telle être recueillie et distribuée à usage d'eau potable. L'eau des compartiments 3 et 5 s'est enrichie en nitrates et autres ions et constitue le flux de décharge.

10 Pour le traitement global, illustré à titre d'exemple par le schéma de la figure 2, on recueille les flux de décharge, les réunit en un flux unique de décharge "C" qui peut donc être soumis à un traitement de dénitrification biologique dans un réacteur (ou dans un lit fluide) "D" (figure 1), séparément de l'eau potable.

15 L'élimination des nitrates du flux de décharge de l'unité d'électrodialyse est effectuée selon la présente invention par voie biologique, au moyen de populations bactériennes.

En principe, on peut utiliser soit des souches hétérotrophes soit des souches autotrophes.

20 La complication majeure de l'utilisation de bactéries autotrophes (entre autres la nécessité d'utiliser de l'hydrogène comme élément nutritif) en limite les avantages à quelques installations très particulières, qui ne seront pas discutées ici.

Les bactéries hétérotrophes exigent par contre un apport de substances organiques. On peut citer parmi celles-ci: l'alcool méthylique, l'acide acétique et l'alcool éthylique, ainsi que de nombreux sous-produits de l'industrie tels que:

- queues de la production d'alcools et de distillats super-alcooliques,
- 30 - concentrés sucrés éliminés,
- mélanges anti-gel de circuits de refroidissement.

L'avantage du procédé proposé est évident étant donné le bas coût d'approvisionnement de ces substances.

35 La consommation de substances organiques est en fait proportionnelle à la masse des nitrates qui doivent être éliminés de

l'eau à rendre potable mais par contre n'est pas proportionnelle à la teneur totale en nitrates de cette eau, comme cela est le cas par exemple pour les procédés basés sur la dénitrification biologique directe de l'eau à rendre potable.

5 La réaction biochimique de dénitrification est amplement décrite dans la littérature dans ses aspects biologiques, d'équilibre, cinétiques et technologiques.

Un tel procédé biologique peut être mis en oeuvre en adoptant l'une des trois technologies suivantes, déjà connues et décrites dans
10 la littérature:

- biomasse adhérente immergée dans un lit fixe ou fluide,
- biomasse adhérente non immergée,
- biomasse en suspension.

Dans la première hypothèse, le reflux de l'électrodialyse auquel
15 on a ajouté de l'alcool méthylique ou autres sources adéquates de carbone traverse un lit de matériaux inertes auxquels adhèrent les colonies bactériennes qui réalisent la dénitrification. Le matériau inerte peut être fixe ou rendu fluide par la vitesse du flux.

Le second procédé est différent du précédent du fait que le flux
20 à dénitrifier n'occupe pas entièrement les vides contenus dans le matériau inerte. L'espace vide résiduel est donc occupé par une phase gazeuse qui ne doit pas contenir d'oxygène.

Dans le troisième procédé, la masse biologique dénitrifiante est maintenue en suspension dans une phase liquide, dans le réacteur dans
25 lequel sont envoyés aussi bien le flux à dénitrifier que la source de carbone.

La dénitrification du flux concentré de décharge peut être obtenue par le fait que la dénitrification du flux concentré de décharge est obtenue à l'aide d'un dispositif, connu en soi,
30 comprenant un réacteur à biomasse en suspension, un clarificateur pour la séparation de la biomasse du flux dénitrifié, des moyens pour remettre en circulation la biomasse dans le réacteur, et des moyens pour le dosage de la substance nutritive organique.

Le procédé de dénitrification du flux concentré de décharge peut
35 aussi être effectué dans des réacteurs à biomasse adhérente, choisis

	Sels	Sortie		Elimin.		Flux	
		Entrée	stade 1 ppm	%	stade 2 ppm	%	de décharge ppm
5	Na	12,6	11,8	6,4	10,4	17,5	38
	Ca	92	66	28	44	52	790
	Cl	30	20	34	12	60	250
	SO ₄	67	97	45	19	72	760
	NO ₃	52	37,9	27	23	56	474
10	SDT	422	312	26	215	49	3238

Les limites d'acceptabilité des nitrates dans l'eau de décharge étant de 20 ppm en azote ou de 88,5 ppm en NO₃⁻, il est nécessaire d'avoir recours à la dénitrification du flux de décharge. Cette dénitrification est réalisée par un système biologique qui permet de descendre nettement en dessous des 88,5 % prévus par la réglementation.

Exemple No 2

Dans une seconde installation pilote, utilisant seulement une unité d'électrodialyse Aquamite XX 4/2 prévue pour produire 50 m³/h d'eau potable avec un flux concentré de décharge de 8,8 m³/h et donc avec un taux de récupération de 85 %, on a obtenu les résultats suivants après environ 3 mois

	Entrée ppm	Sortie		Elimination		Flux de	
		stade 2	%	%	de décharge ppm		
25	Na	35	22	20	113		
	Ca	140	70	50	467		
	HCO ₃	450	292,5	35	1052		
	Cl	54	23,8	56	202		
30	SO ₄	80	24	70	374		
	NO ₃	71,7	32	55	265		
	SDT	870,7	484	45	2606		

Dans ce cas également, la concentration en NO₃ dans le flux de décharge dépasse de 177 ppm (265-88) la concentration limite (88,5) prévue par les normes.

Etant donné que l'électrodialyse nécessite en pratique l'utilisation d'énergie électrique et étant donné que la consommation de celle-ci est proportionnelle à la quantité des sels éliminés, il est évident que le système à étapes est celui qui entraîne une
 5 consommation minimale d'énergie.

Dans le système à électrodialyse, l'eau introduite dans le système est toujours en quantité nettement plus importante que l'eau produite:

Le rapport entre l'eau produite (Q_p) et l'eau introduite (Q_a)
 10 est défini comme étant le taux de récupération (R) du système :

$$R = \frac{Q_p}{Q_a} = \frac{Q_p}{Q_p + S}$$

où S représente la décharge concentrée du système. Il est
 15 évident que la consommation d'énergie est d'autant plus faible que S est plus petit, c'est-à-dire d'autant plus que R se rapproche de 1. Les systèmes d'électrodialyse et d'électrodialyse à inversion de polarité sont, parmi les systèmes connus, ceux qui permettent le taux de récupération maximal.

Du fait que les nitrates éliminés sont tous concentrés dans le
 20 flux de décharge et qu'en conséquence leur teneur peut être supérieure aux valeurs acceptables selon les normes en vigueur concernant les eaux de décharge, la nécessité se fait sentir d'un traitement ultérieur pour faire revenir également le flux de décharge dans les
 25 limites légales. On notera que cette nécessité existe également dans les autres systèmes de traitement, aussi bien par osmose inverse que par échange ionique sélectif.

En outre, il convient de tenir compte des deux points importants suivants:

30 - la cinétique de dénitrification diminue rapidement quand diminue la température. Comme dans le procédé d'électrodialyse la température à laquelle le flux de décharge est relâché est supérieure à la température de l'eau à rendre potable, le procédé qui fait l'objet de la présente invention permet d'opérer dans des conditions
 35 cinétiques plus favorables qu'avec le procédé de dénitrification

directe de l'eau crue;

- Le procédé biologique de dénitrification est défavorisé par une salinité élevée du courant à dénitrifier. L'avantage du procédé selon l'invention par rapport aux systèmes à échange ionique dans
5 lesquels la salinité du flux à dénitrifier est notablement augmentée par le chlorure de sodium utilisé pour la régénération de l'échangeur ionique est donc évident.

Le système de dénitrification appliqué au flux concentré issu de l'unité d'électrodialyse à inversion de polarité peut être appliqué à
10 tout autre système à membranes qui concentre les nitrates dans un flux de décharge unique.

Après cet exposé et pour mieux mettre en évidence les différences entre le présent procédé et les récents procédés d'élimination des nitrates les plus efficaces appliqués à l'échelle
15 industrielle, on indiquera ce qui suit:

a) Procédé à échange ionique sélectif

Des traitements plus ou moins sophistiqués ont été adoptés avec l'utilisation de résines d'échange ionique sélectives, c'est-à-dire de résines présentant une affinité particulièrement élevée pour les
20 nitrates.

Les nitrates sont toujours échangés par substitution avec d'autres anions, la diminution des nitrates se traduisant toujours par une augmentation équivalente d'autres anions. Les systèmes sont cycliques et ne peuvent assurer une qualité constante du produit sans
25 disposer de volumes d'accumulation pour l'homogénéisation de l'eau potable produite pendant le cycle.

La saumure de décharge provenant de la régénération des résines introduit d'autres sels qui, altérant le bilan global en masse, ont un impact environnemental négatif, et ni le problème des nitrates dans
30 les eaux de décharge ni l'augmentation des sels dans les eaux de décharge ne sont résolus.

Un système particulièrement original prévoit la dénitrification biologique de l'éluat de régénération, réduisant entre temps et sans l'annuler l'apport de sels externe.

35 Par ailleurs, le concentré dénitrifié est amené en contact avec

la colonne d'échange ionique destinée au traitement suivant et il subsiste donc un risque potentiel d'une pollution bactérienne de l'eau potable.

b) Procédés biologiques

5 On a utilisé divers systèmes biologiques aussi bien autotrophes qu'hétérotrophes qui sont maintenant largement connus dans la littérature.

- Tous les systèmes cités ci-dessus prévoient l'action directe de l'activité bactérienne sur l'eau potable et tous les systèmes obligent à l'élimination totale des nitrates avec apport de carbone organique supérieur aux nécessités réelles.

Finalement, on peut résumer comme suit les avantages commerciaux pratiques et énergétiques obtenus par le procédé de l'invention :

15 - Possibilité d'arrêter le traitement d'élimination des nitrates en fonction des nécessités effectives déterminées par les normes légales ou par les demandes des Autorités Sanitaires locales.

- Élimination simultanée des nitrates, chlorures, sulfates, dureté, SDT, avec possibilité d'obtenir avec un unique traitement l'adéquation des caractéristiques chimiques de l'eau potable aux normes, ou en général d'en améliorer les caractéristiques.

20 - Constance de la qualité de l'eau produite avec des variations qui sont uniquement liées aux variations de composition de la source d'eau à traiter.

- Aucune nécessité de reminéralisations, de mélanges, de stockages pour homogénéisation.

- Indépendance absolue entre le système de potabilisation et le système de dénitrification biologique avec exclusion absolue de la possibilité d'une pollution bactérienne de l'eau potable induite par le procédé biologique.

30 - Consommation énergétique correspondant exactement à la quantité de sels ou de nitrates éliminés.

- Bilan global en masse absolument inchangé, l'apport de réactifs ou de régénérants destinés à l'augmentation de la teneur en solides globale de l'eau introduite n'étant pas prévu.

35 - Les nitrates sont éliminés de l'eau à traiter sans

remplacement par d'autres sels comme dans le cas typique d'échange ionique qui remplace l'ion nitrate par l'ion chlorure.

REVENDEICATIONS

1. Procédé pour l'élimination des nitrates des eaux destinées à être utilisées comme eaux potables, caractérisé en ce qu'il consiste à soumettre l'eau crue à traiter à l'action d'une pluralité de moyens
5 épurateurs à membranes, particulièrement des unités d'électrodialyse (I) à (6) de préférence du type à inversion de polarité, disposées en série de façon à permettre à ladite unité d'épurer progressivement l'eau jusqu'à amener la concentration des nitrates et autres ions au
10 moins dans les limites souhaitées, telles que les limites prévues par les normes légales concernant les eaux potables, puis à concentrer dans un flux unique les eaux de décharge sortant desdites unités d'électrodialyse et ensuite à soumettre le flux de décharge concentré à un traitement de dénitrification biologique, de manière à obtenir de l'eau de décharge dont la teneur en nitrates et autres ions est dans
15 les limites établies par les normes concernant les eaux de décharge.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que l'on opère de façon à obtenir une eau ayant les caractéristiques de potabilité prévues par les normes, de manière directe et continue, sans opérations de mélange, d'homogénéisation et de reminéralisation
20 de l'eau produite.

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que ladite dénitrification biologique n'est appliquée qu'audit flux concentré.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications
25 précédentes, caractérisé par le fait que la dénitrification du flux concentré de décharge est obtenue à l'aide d'un dispositif, connu en soi, comprenant un réacteur à biomasse en suspension, un clarificateur pour la séparation de la biomasse du flux dénitrifié, des moyens pour remettre en circulation la biomasse dans le réacteur, et des moyens
30 pour le dosage de la substance nutritive organique.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé par le fait que ledit procédé de dénitrification du flux de décharge concentré est effectué dans des réacteurs à biomasse adhérente, choisis parmi:

35 - Les réacteurs à biomasse adhérente immergée sur un support

fixe, ledit support étant notamment constitué par un matériau non organique ou par des structures en matière plastique,

5 - les réacteurs à biomasse adhérente fluidisée, le support de la biomasse étant notamment constitué par du sable ou autre matériau apte à réaliser un lit fluide,

- Les réacteurs à biomasse adhérente sur support fixe non immergé, notamment du type comprenant des moyens pour la séparation de la biomasse en excès du flux dénitrifié, et des moyens pour le dosage de la substance organique nutritive.

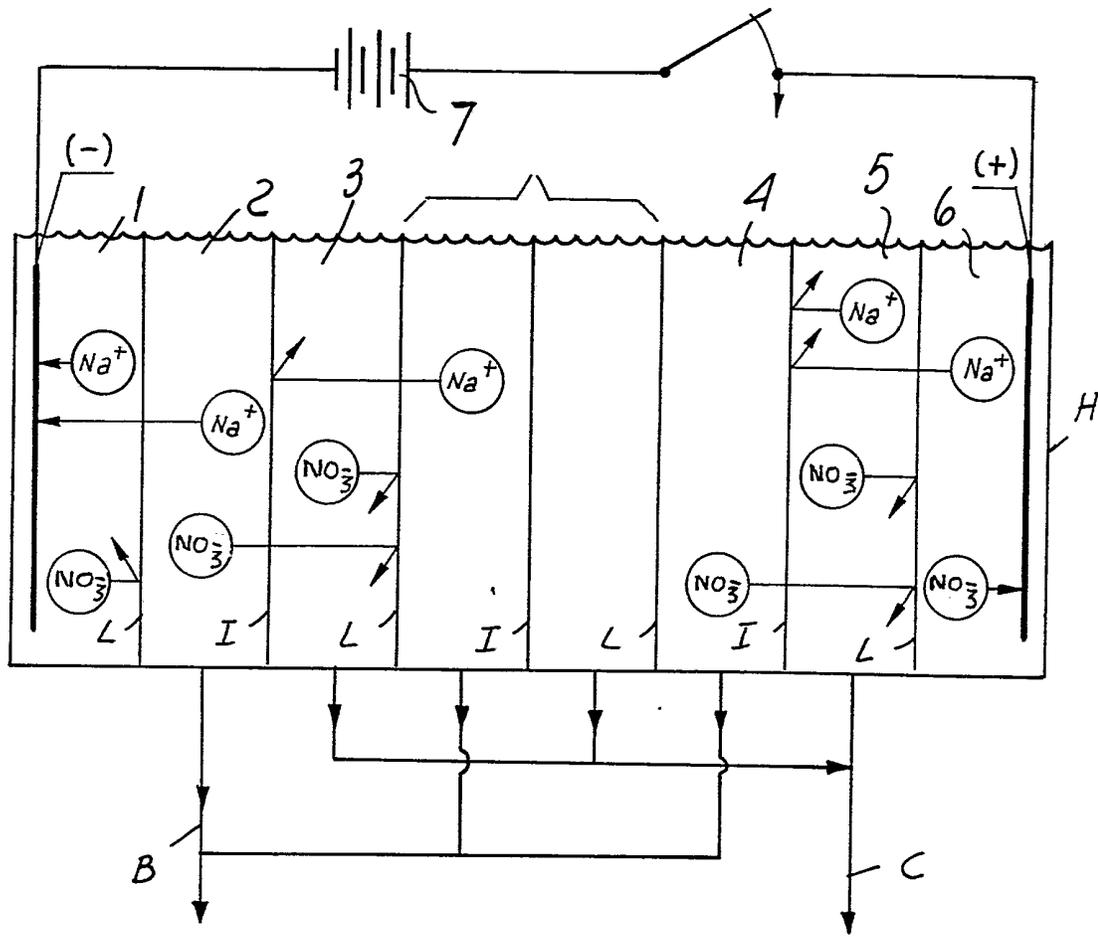


FIG. 2

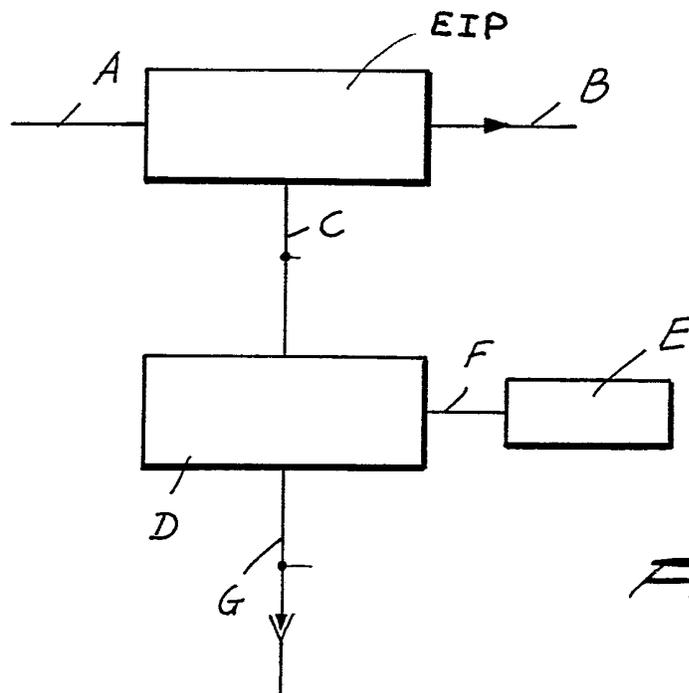


FIG. 1