

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 19.10.95.

30 Priorité :

43 Date de la mise à disposition du public de la  
demande : 25.04.97 Bulletin 97/17.

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

60 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

71 Demandeur(s) : F TEC INDUS SOCIETE ANONYME  
— FR.

72 Inventeur(s) : FRESNEL JEAN MARIE.

73 Titulaire(s) :

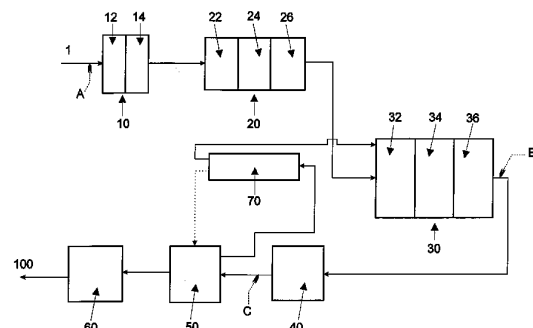
74 Mandataire : MOINAS MICHEL.

54 PROCÉDE DE PRETRAITEMENT D'EAUX BRUTES.

57 Le procédé de prétraitement d'eaux brutes (1) comprend en combinaison et dans l'ordre une séquence de pompage (12) de l'eau brute, une séquence de séparation (14) des matières en suspension, une séquence de filtration fine (20) et une séquence de désinfection poussée (30). Cette séquence de désinfection poussée (30) comprend une phase de chloration choc de l'eau à traiter suivie d'une phase de réduction du chlore actif résiduel par électrolyse en courant alternatif de particules de fer.

Ce procédé de prétraitement est placé en amont de moyens de séparation à membranes (40) et l'objet est la production d'eau à caractère potable.

Les moyens de séparation à membranes (40) utilisés sont l'ultrafiltration, la nanofiltration ou l'osmose inverse suivant le type d'eau à traiter.



## **PROCEDE DE PRETRAITEMENT D'EAUX BRUTES**

---

La présente invention est relative à un procédé de prétraitement d'eaux brutes en vue de produire de l'eau à caractère potable. Plus particulièrement, le prétraitement de ces eaux brutes est effectué en combinaison avec une opération de séparation à membranes.

Dans le domaine de la production d'eau potable à partir d'eaux brutes, on connaît des procédés faisant appel à l'utilisation de charbon actif en amont d'une phase de séparation à membranes.

Un tel prétraitement au charbon actif agit sur l'eau au niveau moléculaire mais non au niveau des germes infectieux. Ceux-ci parviennent donc sans être traités jusqu'aux membranes de séparation, d'où un risque de blocage et de vieillissement prématuré de celles-ci.

De plus, une désinfection très fréquente des membranes est nécessaire afin de ne pas altérer leur efficacité, et ainsi la pureté de l'eau traitée.

En outre, la matière première utilisée, le charbon actif sous forme de poudre ou de granulés, est relativement onéreuse.

On connaît également des procédés de prétraitement utilisant l'ozone, ce qui a pour effet d'assurer une désinfection de l'eau, en amont d'autres dispositifs de traitement postérieurs.

Toutefois, lorsque ces dispositifs de traitement sont constitués par des moyens de séparation à membranes, la quantité d'ozone doit être limitée afin d'éviter qu'une trop grande concentration d'ozone ne vienne altérer prématurément les membranes. Cette limitation entraîne une désinfection non optimale de l'eau à traiter, ce qui peut provoquer, comme dans le procédé précédemment décrit, le blocage et le vieillissement prématuré des membranes.

De plus, l'ozone est un gaz onéreux, ce qui implique qu'un prétraitement par son biais est coûteux.

Le but de la présente invention est un procédé de prétraitement d'eaux brutes en vue de produire de l'eau à caractère potable, procédé dans lequel aucun produit chimique n'est utilisé, préservant les membranes de moyens de séparation

à membranes situés en aval, et peu onéreux à l'utilisation de par l'emploi de matières premières peu coûteuses.

En outre, le procédé selon l'invention est universel, quels que soient les moyens de séparation à membranes utilisés en aval : ultrafiltration, nanofiltration ou osmose inverse.

Ces buts sont atteints grâce à un procédé de prétraitement d'eaux brutes comprenant en combinaison et dans l'ordre une séquence de pompage de l'eau brute, une séquence de séparation des matières en suspension, une séquence de filtration fine et une séquence de désinfection poussée, ce procédé étant situé en amont de moyens de séparation à membranes en vue de produire de l'eau à caractère potable.

Selon un mode de réalisation préféré, la séquence de séparation de l'eau brute pompée et des matières en suspension dans celle-ci est réalisée par cyclonage, ce qui permet d'extraire les particules en suspension dans l'eau brute d'une taille sensiblement supérieure à 40 microns.

De préférence, la séquence de filtration fine comprend une première étape de filtration sur matière pulvérulente, suivie d'une étape de filtration biologique réalisée au moyen d'un filtre colonisé à l'équilibre par les micro-organismes présents dans l'eau à traiter, et se termine par une étape de filtration permettant de retenir la biomasse formée. L'ensemble de ces opérations permet en outre la digestion des matières grasses et organiques.

De préférence, la séquence de désinfection poussée comprend une phase initiale de chloration de choc de l'eau, suivie d'une phase de réduction du chlore actif résiduel libre ou combiné réalisée simultanément avec une étape de coagulation des matières organiques résiduelles et de décantation du coagulum.

Avantageusement, le composé nécessaire à la phase de chloration de choc est de l'hypochlorite produit sur place par électrolyse de saumure, et la réduction du chlore actif résiduel est réalisée par électrolyse en courant alternatif de particules de fer telles que des copeaux ou de la grenaille.

De manière préférentielle, les particules de fer sont contenues dans des paniers de titane ou de zirconium recouverts d'un catalyseur tel que du palladium, ces paniers étant agités mécaniquement ou au moyen d'ultrasons.

Selon un mode de réalisation avantageux, une aération de l'eau par barbotage d'air est effectuée en aval de la phase de désinfection poussée.

A la fin de cette phase de désinfection poussée du procédé selon l'invention, l'eau est prétraitée.

5 De préférence, cette eau prétraitée est dirigée vers un procédé de traitement d'eau en vue d'en faire une eau à caractère potable, procédé faisant appel à des moyens de séparation à membranes. De tels moyens permettent d'arrêter l'hydroxyde de  $\text{Fe}^{\text{III}}$  issu de la séquence amont ou un virus éventuel qui  
10 se situant sensiblement à 0,01 micron dans le cas de l'ultrafiltration et étant inférieur à 0,01 micron dans le cas de la nanofiltration et de l'osmose inverse.

Avantageusement, les moyens de séparation à membranes utilisés sont l'ultrafiltration ou la nanofiltration dans le cas où l'eau brute est une eau douce, ou encore l'osmose inverse dans le cas où l'eau brute est une eau de mer ou  
15 saumâtre. Plus particulièrement, dans le cas de l'eau douce, l'ultrafiltration est utilisée lorsque l'eau brute est polluée par des bactéries et la nanofiltration lorsqu'il y a pollution par des déchets chimiques ou des métaux lourds.

On aura compris un intérêt du procédé qui est d'effectuer un prétraitement poussé de l'eau brute avant un passage dans des moyens de  
20 séparation à membranes, d'où des opérations de désinfection des membranes plus espacées et ainsi une plus longue durée de vie de celles-ci, ainsi qu'un risque quasiment nul de blocage.

L'invention sera mieux comprise à l'étude d'un mode de réalisation non limitatif et illustré dans la figure, qui est une vue schématique du procédé de  
25 prétraitement d'eaux brutes selon l'invention.

Tel que décrit, le procédé de prétraitement comprend une première unité 10 composée d'un module de pompage 12 de l'eau brute 1 suivie d'un module de séparation 14 des particules en suspension dans celle-ci.

En aval de ce module de séparation 14 est disposée une unité de  
30 filtration à trois étages 20 composée dans l'ordre d'un étage de filtration sur matière pulvérulente 22, d'un étage de filtration biologique 24, et d'un étage de filtration de la biomasse formée 26.

A la suite de ce module de filtration à trois étages 20 est disposée une unité de désinfection poussée 30, composée dans l'ordre d'une phase de chloration de choc 32, d'une phase de réduction du chlore 34, et d'une phase de coagulation des matières organiques et de décantation du coagulum 36. Le composé  
5 nécessaire à la phase de chloration de choc 32 est de l'hypochlorite fourni in-situ par une station de production d'hypochlorite 70.

A la sortie de cette unité de désinfection poussée 30, l'eau brute est prétraitée.

Toutefois, et afin de parfaire la qualité physico-chimique d'une eau brute  
10 fortement chargée en matières organiques, il n'est pas interdit de faire subir à cette eau prétraitée un traitement catalytique non représenté, par exemple, au moyen de charbon actif, traitement prenant place en aval de l'unité de désinfection poussée 30.

En vue de la production d'eau potable, des moyens de séparation à  
15 membranes 40 sont disposés en aval du procédé de prétraitement d'eaux brutes selon l'invention. L'eau ainsi filtrée est envoyée dans un réservoir de stockage 50, puis dans une station de distribution 60 permettant la délivrance d'eau potable 100.

Tel que décrit précédemment, le procédé de prétraitement d'eaux brutes selon l'invention fonctionne de la manière suivante.

20 L'eau brute 1 est pompée au moyen du module de pompage 12, puis les particules en suspension dans celle-ci sont retenues par le biais du module de séparation 14. Plus particulièrement, ce module, fonctionnant par cyclonage, permet de retenir les particules d'une taille sensiblement supérieure à 40 microns.

L'eau à traiter pénètre ensuite dans l'unité de filtration à trois étages 20.

25 La première étape de filtration est une filtration sur matière pulvérulente 22, telle que la filtration sur sable ou diatomée, comme cela est bien connu et notamment utilisé pour les piscines.

Une filtration biologique 24 est ensuite effectuée, cette filtration étant réalisée au moyen d'un filtre colonisé à l'équilibre par les micro-organismes  
30 présents dans l'eau à traiter. La biomasse formée est ensuite filtrée en 26 au moyen d'une cartouche comprenant un filtre filamentaire.

L'eau ainsi filtrée subit ensuite une phase de chloration de choc 32. Cette phase se traduit par une désinfection de l'eau avec une forte dose d'hypochlorite en maintenant un temps de contact d'au moins huit minutes.

5 L'hypochlorite utilisé est préparé in-situ par électrolyse de saumure dans la station 70.

A la suite de cette phase de chloration de choc 32 a lieu une phase 34 de réduction du chlore actif résiduel libre ou combiné réalisée par électrolyse sous courant alternatif de particules de fer, par exemple, sous forme de copeaux ou de grenaille.

10 Ce fer particulaire est contenu dans des paniers de titane, de zirconium ou de toute autre matière résistant au chlore ; ces paniers sont recouverts d'un métal qui catalyse la réaction de réduction du chlore et des composés organohalogénés par le fer. On peut utiliser le palladium comme catalyseur. Par ailleurs, un système d'agitation mécanique ou par ultrasons permet de casser la  
15 couche d'oxyde de fer qui se forme sur les particules de fer, afin que leur surface demeure active.

Simultanément à cette phase de réduction a lieu une phase 36 de coagulation des matières organiques non détruites par oxydation et de décantation du coagulum. La coagulation a lieu au moyen de chlorure ferrique  $\text{FeCl}_3$  produit in-  
20 situ.

L'eau prétraitée subit enfin un barbotage d'air destiné à assurer un dégazage et une saturation en oxygène dissous, ainsi qu'une décantation permettant d'isoler d'éventuelles particules de chlorure ferrique et d'oxyde de fer qui auraient été entraînées par le courant d'eau.

25 En vue de la production d'eau à caractère potable, l'eau prétraitée est alors envoyée dans des moyens de séparation à membranes 40. Cette eau a subi une désinfection intense, ce qui permet d'accroître sensiblement la durée de vie des membranes et de diminuer la fréquence de leur maintenance. De plus, cette eau ne contient plus d'organochlorés, qui, le cas échéant, seraient filtrés par les  
30 membranes.

Les moyens de séparation à membranes 40 utilisés sont l'ultrafiltration pour traiter une eau douce polluée à l'origine par des bactéries, la nanofiltration

pour traiter une eau douce polluée à l'origine par des bactéries et des déchets chimiques, des métaux lourds, ou des anions polyvalents d'origine naturelle ou industrielle, et l'osmose inverse pour traiter une eau de mer ou saumâtre.

5 L'eau sortant de ces moyens de filtration à membranes possède un caractère potable, sauf dans le cas de l'osmose inverse où une reminéralisation de cette eau doit avoir lieu après traitement si celle-ci est destinée à la consommation humaine. Cette eau potable est alors stockée en 50. Une petite partie de celle-ci est prélevée pour alimenter la station de production d'hypochlorite 70.

10 Le cas échéant, une rechloration résiduelle de cette eau a lieu au niveau de ce stockage 50, celle-ci ayant pour objectif de conserver un effet désinfectant rémanent sans altérer le goût ni ajouter d'odeur. La quantité d'hypochlorite nécessaire est alors prélevée dans la station de production d'hypochlorite 70.

15 La station de distribution 60 permet alors la délivrance d'eau à caractère potable 100 ayant une qualité comparable à de l'eau minérale.

Enfin, et à titre informatif, des essais ont été effectués afin de quantifier les effets du prétraitement d'eaux brutes selon l'invention et d'apprécier le caractère potable de l'eau à la sortie des moyens de séparation à membranes.

20 Les mesures ont été effectuées en trois points distincts visibles sur la figure : en A, afin d'analyser l'eau brute, en B afin d'analyser cette même eau après prétraitement au moyen du procédé selon l'invention, et en C afin d'analyser le caractère potable de l'eau.

Dans le premier cas, la séparation sur membranes s'effectuait par ultrafiltration. Les paramètres relevés sont les suivants :

#### Analyse bactériologique

5	Points de mesure	A	B	C
	Germes aérobies mésophiles (/ml)	= 500	≈ 10	0
	Escherichia Coli (/50 ml)	0	0	0
	Entérocoques (/50 ml)	2	0	0
	Staphylococcus aureus (/50 ml)	0	0	0
10	Caractéristiques de l'eau	AE	N	N

(légende : N = bon résultat/eau potable

A = nombre de germes trop élevé/eau non potable

E = présence d'entérocoques fécaux/eau non potable)

15

#### ----- Analyse chimique

20	Points de mesure		A	B	C
	Chlore actif	mg/l	<0,01	0,01	0,01
	Conductivité (à 20°C)	μS/cm	515	566	566
	pH		7,8	7,8	7,7
	Dureté totale	°Français	29,5	29,1	29,2
25	Dureté carbonatée	°Français	17	17,5	17,6
	Chlorures	mg/l	6,4	14,4	14,1
	Sulfates	mg/l	7,6	7,6	7,5
	Ammonium	mg/l	0,5	<0,05	<0,05
	Nitrites	mg/l	0,16	<0,01	<0,01
30	Nitrates	mg/l	8	3,5	3,3
	Oxydabilité au permanganate	mg/l	3,9	3,3	1,15
	Turbidité	NTU	22,0	4,0	0,1
	Fer	mg/l	-	0,10	<0,05

35

L'eau conserve sa minéralité et devient beaucoup plus claire. L'ammonium et les nitrites sont à des concentrations inférieures aux limites de la méthode de dosage. Cette eau traitée est de bonne qualité pour la boisson.



Dans le second cas, la séparation sur membranes s'effectuait par nanofiltration. Les paramètres relevés sont les suivants :

#### Analyse bactériologique

5	Points de mesure	A	B	C
	Germes aérobies mésophiles (/ml)	600	5	0
	Coliformes totaux (/100 ml)	25 000	40	0
	Streptocoques fécaux (/100 ml)	3 400	50	0

10

#### Analyse chimique

	Points de mesure	A	B	C
15	Chlore actif mg/l	0	0,15	0,10
	Conductivité μS/cm	400	460	350
	Turbidité NTU	25	4,9	<0,05
	TAC °Français	20	20	5
	Titre Alcalimétrique Complet			
20	Nitrates mg/l	12	8	7
	Sulfates mg/l	9	8,5	1,5
	Fer mg/l	0,3	0,1	<0,01
	Manganèse mg/l	15	3	<0,05
	COT mg/l	2,75	2,40	1,3
25	Carbone Organique Total			

Cette eau s'est légèrement adoucie ; elle est potable ; les résultats bactériologiques sont bons. On observe une diminution des composés à valences multiples.

Enfin, dans le dernier cas, la séparation sur membranes s'effectuait par osmose inverse. Les paramètres relevés sont les suivants :

#### Analyse bactériologique

5	Points de mesure	A	B	C
	Germes aérobies mésophiles (/ml)	150	0	0
	Coliformes totaux (/100 ml)	50	0	0
	Streptocoques fécaux (/100 ml)	65	0	0

10

#### Analyse chimique

	Points de mesure		A	B	C
15	Chlorure	mg/l	3 200	3 200	5
	COT	mg/l	24	9	<0,1
	Carbone Organique Total				
	TAC	°Français	70	65	3
	Titre Alcalimétrique Complet				

20

Cette eau a besoin d'être reminéralisée pour être une eau de boisson de qualité. Ceci est aisément obtenu en mélangeant une petite quantité d'eau provenant de B, et qui n'est pas traitée par osmose. De bons résultats sont également obtenus en mélangeant de la roche calcaire à l'eau obtenue en C.

25

De nombreuses améliorations peuvent être apportées à ce procédé de prétraitement d'eaux brutes dans le cadre des revendications.

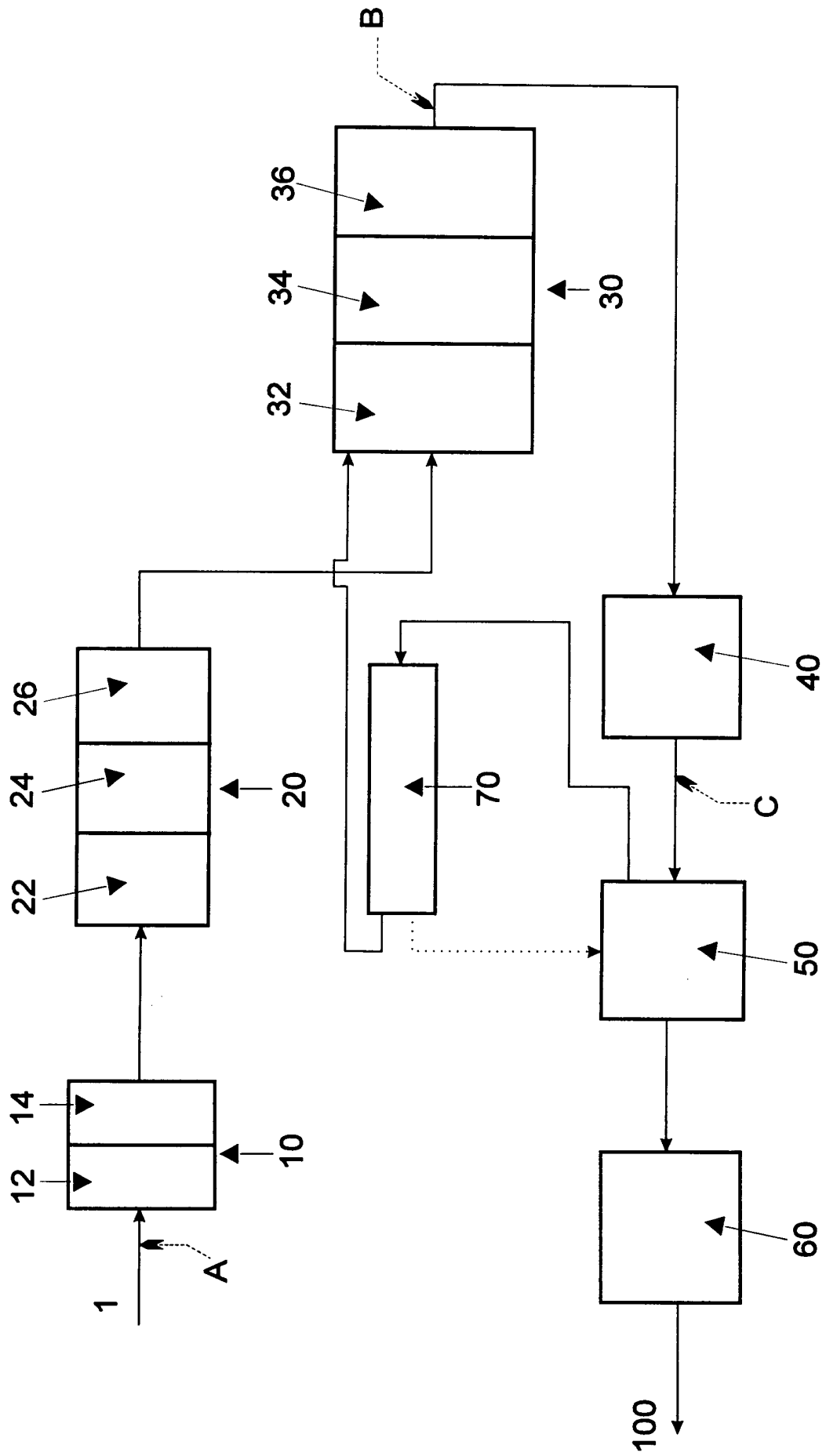
## REVENDEICATIONS

---

1. Procédé de prétraitement d'eaux brutes (1) en vue de la production d'eau à caractère potable (100) avant passage dans des moyens de séparation à membranes (40), caractérisé en ce qu'il comprend en combinaison et dans l'ordre  
5 une séquence de pompage (12) de l'eau brute, une séquence de séparation (14) des matières en suspension, une séquence de filtration fine (20) et une séquence de désinfection poussée (30).
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la séquence de  
10 séparation (14) de l'eau brute pompée (1) et des matières en suspension dans celle-ci est réalisée par cyclonage, et permet d'extraire les particules en suspension dans l'eau brute d'une taille sensiblement supérieure à 40 microns.
3. Procédé selon les revendications 1 et 2, caractérisé en ce que la séquence  
15 de filtration fine (20) comprend une première étape (22) de filtration sur matière pulvérulente, suivie d'une étape (24) de filtration biologique, et se termine par une étape (26) de filtration permettant de retenir la biomasse formée.
4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que la filtration  
biologique (24) est réalisée au moyen d'un filtre qui, à l'équilibre, est colonisé par les micro-organismes présents dans l'eau à traiter.
- 20 5. Procédé selon une ou plusieurs des revendications précédentes, caractérisé en ce que la séquence de désinfection poussée (30) comprend une phase initiale (32) de chloration de choc de l'eau, suivie d'une phase (34) de réduction du chlore actif résiduel libre ou combiné réalisée simultanément avec une étape (36) de coagulation des matières organiques résiduelles et de décantation du coagulum.
- 25 6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que le composé nécessaire à la phase de chloration de choc (32) est de l'hypochlorite produit sur place par électrolyse de saumure.
7. Procédé selon la revendication 5 ou 6, caractérisé en ce que la réduction du  
30 chlore actif résiduel est réalisée par électrolyse en courant alternatif de particules de fer telles que des copeaux ou de la grenaille.

8. Procédé selon la revendication 7 dans lequel les particules de fer sont contenues dans des paniers, caractérisé en ce que ces paniers sont en titane ou en zirconium et recouverts d'un catalyseur, et en ce que ce catalyseur est du palladium.
- 5 9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que les paniers sont agités mécaniquement ou au moyen d'ultrasons.
10. Procédé selon une ou plusieurs des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'en aval de la phase de désinfection poussée (30) est réalisée une aération de l'eau par barbotage d'air.
- 10 11. Procédé de traitement d'eaux brutes, caractérisé en ce que l'eau prétraitée au moyen du procédé selon les revendications 1 à 10 est filtrée en aval de celui-ci par le biais de moyens de séparation à membranes (40).
- 15 12. Procédé de traitement d'eaux brutes selon la revendication 11, caractérisé en ce que les moyens de séparation à membranes (40) sont l'ultrafiltration ou la nanofiltration dans le cas où l'eau brute est une eau douce, et l'osmose inverse dans le cas où l'eau brute est de l'eau de mer ou saumâtre.

FIGURE UNIQUE



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	GB-A-2 197 860 (COLLENTRO WILLIAM V) 2 Juin 1988 * page 5, ligne 12 - page 7, ligne 29 * ---	1,11,12
X	DE-A-31 21 337 (FICHTEL & SACHS AG) 16 Décembre 1982 * le document en entier * ---	1,6,11,12
A	US-A-5 174 901 (SMITH VERITY C) 29 Décembre 1992 * revendication 1 * ---	1,3,11,12
A	US-A-3 836 458 (WALLIS C ET AL) 17 Septembre 1974 * revendication 1 * -----	1,11,12
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
		C02F
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
19 Juillet 1996		Gonzalez Arias, M
<p><b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b></p> <p>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</p> <p>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                      &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>		

1