(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
27 octobre 2011 (27.10.2011)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2011/131632 A1

(51) Classification internationale des brevets :
B01D 61/14 (2006.01) *C02F 1/28* (2006.01)
B01D 61/16 (2006.01) *C02F 1/44* (2006.01)
C02F 1/56 (2006.01) *C02F 1/52* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2011/056164

(22) Date de dépôt international :
18 avril 2011 (18.04.2011)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1053012 20 avril 2010 (20.04.2010) FR

(71) Déposant *(pour tous les États désignés sauf US)* : **VEOLIA WATER SOLUTIONS & TECHNOLOGIES SUPPORT** [FR/FR]; L'Aquarène, 1 place Montgolfier, F-94417 Saint-Maurice Cedex (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants *(pour US seulement)* : **LEVECQ, Céline** [FR/FR]; 11 square Vitruve, F-75020 Paris (FR). **SAUVIGNET, Philippe** [FR/FR]; La Vigne, F-35460 Saint-Etienne-en-Cogles (FR).

(74) Mandataire : **LARCHER, Dominique**; Technopôle Atalante, 16B rue de Jouanet, Bretagne, F-35703 Rennes Cedex 7 (FR).

(81) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible)* : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible)* : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*

[Suite sur la page suivante]

(54) **Title** : METHOD FOR TREATING WATER BY WEIGHTED FLOCCULATION USING A FLOCCULATION AGENT OF NATURAL ORIGIN

(54) **Titre** : PROCÉDÉ DE TRAITEMENT D'EAU PAR FLOCULATION LESTÉE METTANT EN OEUVRE UN AGENT FLOCULANT D'ORIGINE NATURELLE

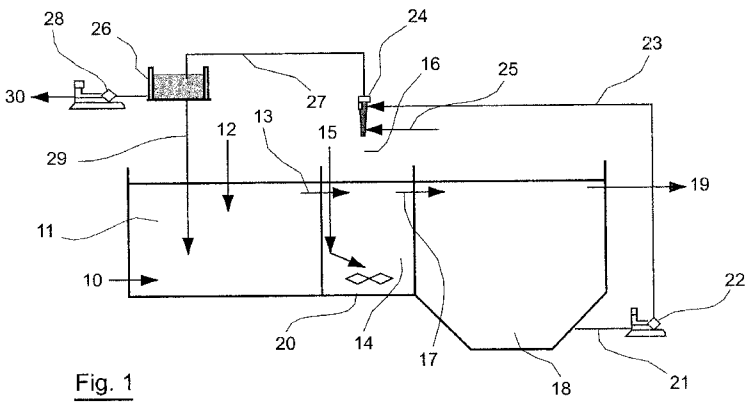


Fig. 1

(57) **Abstract** : The invention relates to a method for treating water by weighted flocculation including a step of injection into said water of at least one flocculation agent, a step of injection into said water of at least one particulate material which is denser than water, and a step of recovery of a treated water, characterized in that said weighted flocculation is used under stirring using a mean speed gradient between 100 and 1400 s^{-1} and in that said flocculation agent consists of at least one carbohydrate polymer of natural origin having an anionic charge density between -900 and -4000 µEq/g.

(57) **Abrégé** : Procédé de traitement d'eau par floculation lestée comprenant une étape d'injection dans ladite eau d'au moins un agent floculant, une étape d'injection dans ladite eau d'au moins un matériau particulaire plus dense que l'eau, et une étape

[Suite sur la page suivante]

WO 2011/131632 A1

de récupération d'une eau traitée caractérisé en ce ladite floculation lestée est mise en œuvre sous agitation selon un gradient de vitesse moyen compris entre 100 et 1400 s^{-1} et en ce que ledit agent floculant est constitué d'au moins un polymère de carbohydrate d'origine naturelle présentant une densité de charge anionique comprise entre -900 et -4 000 µeq/g.

Procédé de traitement d'eau par floculation lestée mettant en œuvre un agent floculant d'origine naturelle

1. Domaine de l'invention

Le domaine de l'invention est celui du traitement de tout type d'eau en vue de son épuration ou de sa potabilisation.

Plus précisément, l'invention concerne une technique de traitement d'eau incluant une étape de floculation lestée.

2. Art antérieur

Les procédés de ce type consistent à ajouter aux eaux à traiter un ou plusieurs réactifs permettant de faire floculer, c'est-à-dire de réunir sous forme de flocs, au moins une grande partie des matières polluantes présentes dans les eaux, puis à séparer ces flocs de matières polluantes d'une eau purifiée.

La floculation est généralement précédée d'une coagulation.

La coagulation consiste à injecter au moins un réactif coagulant dans l'eau à traiter dans le but de réduire ou d'annuler les charges électriques portées par les matières polluantes présentes dans l'eau sous la forme de particules colloïdales en suspension, afin de favoriser leur agglomération ultérieure sous forme de flocs.

La floculation consiste à injecter au moins un réactif floculant dans l'eau préférentiellement préalablement coagulée, de façon à former de grosses particules facilement séparables ou flocs, par agglomération des particules colloïdales en suspension dans l'eau. La floculation est facilitée par la mise en œuvre préalable d'une coagulation.

Une eau purifiée est ensuite obtenue en séparant par décantation les flocs s'y trouvant en suspension.

Selon une variante, un matériau granulaire plus dense que l'eau, tel que du sable présentant de préférence une granulométrie comprise entre 60 et 300 micromètres, peut être injecté dans l'eau à traiter en amont ou au cours de la floculation de façon à lester les flocs et ainsi à favoriser et accélérer leur décantation. Une telle technique est notamment décrite dans le document de brevet français publié sous le numéro FR2627704.

Une étape de floculation au cours de laquelle, ou en amont de laquelle, un matériau granulaire plus dense que l'eau, ou lest, est injecté dans l'eau est couramment appelée floculation lestée.

De façon à maintenir le lest en suspension dans l'eau à traiter et ainsi à favoriser la formation de flocs autour des grains de lest, la floculation lestée est mise en œuvre sous agitation. L'étape de floculation a ainsi lieu à l'intérieur d'une cuve de floculation logeant le plus souvent un agitateur mécanique de type agitateur à pales.

Ainsi, pour que la floculation lestée soit efficace, il est souhaité que la vitesse spécifique soit supérieure à 0,1 $m.s^{-1}$ dans la cuve à l'intérieur de laquelle la floculation lestée est mise en œuvre.

La vitesse spécifique est égale au rapport entre le débit de pompage Q_p selon lequel l'eau traitée est agitée dans la cuve de floculation et la surface au sol de cette cuve.

Par ailleurs, on sait que la puissance P de l'agitateur peut être calculée selon la formule suivante (N_P caractérise le coefficient de traînée de l'agitateur dans le fluide) :

$$P = \rho N_P N^3 D^5$$

et que l'intensité du mélange dans la cuve peut être évaluée par le gradient de vitesse moyen G :

$$G = \sqrt{\frac{P}{V\mu}}$$

Le gradient de vitesse moyen G peut ainsi être calculé selon la formule suivante :

$$G = \sqrt{\frac{\rho N_P N^3 D^5}{V\mu}}$$

où : Qp est le débit de pompage ($m^3.s^{-1}$)

Np est le nombre de puissance

N est la vitesse de rotation de l'agitateur ($tr.mn^{-1}$)

D est le diamètre de l'agitateur (m)

ρ est la densité du fluide ($kg.m^{-3}$)

μ est la viscosité cinématique du fluide ($kg.s^{-1}.m^{-1}$)

V est le volume de la cuve (m^3)

P est la puissance de l'agitateur ($kg.m^2.s^{-3}$)

G est le gradient de vitesse moyen (s^{-1})

La mise en œuvre d'un tel agitateur permet donc de faire régner à l'intérieur de la cuve de floculation un gradient de vitesse moyen G généralement compris entre 100 et 1400 s^{-1}.

Le gradient de vitesse moyen qui règne à l'intérieur de la cuve de floculation génère des efforts de cisaillement sur les flocs qui s'y trouvent en suspension.

Les flocs doivent donc présenter une bonne résistance mécanique pour ne pas se désagréger sous l'effet de ces efforts de cisaillement. Pour cela, les agents floculants, aussi appelés adjuvants de floculation, mis en œuvre doivent conférer aux flocs une résistance mécanique suffisante.

Les agents floculants actuellement mis en œuvre dans le but de satisfaire ces contraintes sont de nature organique. Il s'agit le plus souvent de dérivés du pétrole obtenus de manière synthétique.

La mise en œuvre de ce type d'agent floculant est avantageuse en ce qu'elle contribue à créer des flocs résistants aux conditions hydrauliques inhérentes à une floculation lestée et permet en conséquence de produire une eau traitée par floculation lestée de manière efficace. Cette mise en œuvre présente toutefois quelques inconvénients.

3. Inconvénients de l'art antérieur

En particulier, certains agents floculants organiques, comme par exemple le polyacrylamide, sont actuellement suspectés d'être cancérigènes. Par conséquent, leur mise en œuvre pourrait ne pas être totalement neutre sur l'état de

santé des opérateurs qui les manipulent ou des consommateurs qui utilisent l'eau traitée produite par des procédés mettant en œuvre de tels agents floculants organiques.

En outre, ces agents floculants organiques, que l'on retrouve dans les boues de décantation obtenues à l'issue de la séparation des flocs, ne sont pas biodégradables. Ces boues sont collectées généralement en vue d'être incinérées ou utilisées en tant qu'agent fertilisant. Les agents floculants organiques qu'elles contiennent peuvent alors constituer des sources de pollution de l'atmosphère ou des sols.

Dans ces circonstances, des restrictions d'ordre légal quant à l'utilisation de tels agents floculants organiques devraient à terme conduire à proscrire leur mise en œuvre dans le traitement des eaux.

En outre, dans les procédés de traitement d'eaux mettant en œuvre une filtration de l'eau traitée produite par floculation lestée, les agents floculants organiques constituent une source de colmatage des membranes de filtration mises en œuvre à cet effet.

Par ailleurs, les agents floculants organiques actuels étant des sous-produits pétroliers, l'évolution de leur coût suit celle du cours du pétrole, lequel présente une pente globalement ascendante qui devrait se maintenir compte tenu de sa raréfaction. Leur mise en œuvre a ainsi un impact non négligeable sur le coût global du traitement des eaux.

4. Objectifs de l'invention

L'invention a notamment pour objectif de pallier ces inconvénients de l'art antérieur.

Plus précisément, un objectif de l'invention est de fournir une technique de traitement d'eau par floculation lestée dont la mise en œuvre a un impact écologique réduit sinon nul.

Notamment l'invention vise à procurer une telle technique qui ne produise aucun effet sur l'état de santé des opérateurs qui les mettent en œuvre ou des consommateurs qui utilisent l'eau traitée produite par une telle technique.

Un autre objectif de l'invention est de mettre en œuvre une telle technique qui a un niveau d'efficacité équivalent sinon proche à celui des techniques actuelles de traitement d'eau par floculation lestée.

L'invention a encore pour objectif de procurer une telle technique dont la mise en œuvre ne soit à tout le moins pas plus onéreuse que les techniques actuelles de traitement d'eau par floculation lestée.

Notamment, l'invention vise à procurer une telle technique qui conduise à limiter le colmatage de membranes susceptibles d'être mises en œuvre pour filtrer une eau traitée produite par floculation lestée.

5. Exposé de l'invention

Ces objectifs, ainsi que d'autres qui apparaîtront par la suite, sont atteints à l'aide d'un procédé de traitement d'eau par floculation lestée comprenant une étape d'injection dans ladite eau d'au moins un agent floculant, une étape d'injection dans ladite eau d'au moins un matériau particulaire plus dense que l'eau, et une étape de récupération d'une eau traitée, ladite floculation lestée étant mise en œuvre sous agitation selon un gradient de vitesse moyen compris entre 100 et 1 400 s^{-1} et ledit agent floculant étant constitué d'au moins un polymère de carbohydrate d'origine naturelle présentant une densité de charge anionique comprise entre -900 et -4 000 µeq/g.

On entend dans la présente description par « polymère de carbohydrate d'origine naturelle présentant une densité de charge anionique » :

- tout polymère de carbohydrate extrait de végétaux, tel que notamment l'amidon, fonctionnalisé par greffage de groupements réactionnels anioniques selon des techniques classiques connues du chimiste spécialisé dans ce domaine,

ainsi que :

- tout polymère de carbohydrate naturel extrait de végétaux et présentant naturellement des groupements naturellement anioniques ou pouvant être rendus anioniques.

Le principe général de l'invention repose donc sur la mise en œuvre de

polymères de carbohydrate d'origine naturelle fonctionnalisés en tant qu'agents floculants dans un traitement d'eau par floculation lestée mené dans des conditions de gradient de vitesse moyen élevé, ledit polymère présentant une charge choisi dans une gamme particulière.

Une telle mise en œuvre n'était nullement évidente au vu de l'art antérieur puisque les gradients de vitesses moyens élevés traduisent des contraintes de cisaillement fortes sur les flocs. En effet, il avait déjà été proposé dans l'art antérieur de mettre en œuvre des polymères de carbohydrate d'origine naturelle, à savoir des amidons, dans des procédés de floculation non lestée mais ces techniques avaient été abandonnées car les flocs formés avaient une mauvais tenue, en pratique se délitaient trop facilement et remplissaient mal leur rôle. Or, les techniques de floculation non lestées mettent en œuvre des gradients de vitesse moyens bien moindres que ceux mis en œuvre dans les techniques de floculation lestées. L'homme de l'art du traitement des eaux n'était donc nullement incité à envisager l'utilisation de tels polymères dans le cadre de ces techniques de floculation lestée au vu de cet art antérieur.

Par ailleurs, la Déposante a, après de nombreuses recherches, mis en évidence que seuls certains polymères de carbohydrate d'origine naturelle pouvaient répondre efficacement à ces contraintes de gradients de vitesses moyen élevés propre à la floculation lestée et que ces polymères devaient pour se faire présenter une densité de charge anionique sélectionnée dans la gamme indiquée ci-dessus.

L'invention permet de produire une eau traitée présentant une qualité équivalente à une eau traitée par floculation lestée mettant en œuvre un polymère floculant organique de synthèse classique tout en étant plus respectueuse de l'environnement et en ayant un impact limité sur la santé des individus du fait que les agents floculants anioniques à base de polymère de carbohydrate naturels fonctionnalisés selon l'invention sont biodégradables.

Ledit agent floculant est préférentiellement constitué à base d'amidon substitué. Les amidons substitués sont préférés car moins coûteux et plus

facilement disponibles sur le marché. La gamme d'anionicité allant de -900 µeq/g -4 000 µeq/g d'un amidon substitué correspond à un degré de substitution compris entre 0,1 et 0,5 environ.

Egalement avantageusement, le ou les substituants dudit amidon substitué sont préférentiellement choisis dans le groupe constitués par les groupements carboxylates, sulfonates, phosphates, phosphonates.

Selon un premier mode de réalisation préférentiel, un procédé selon l'invention comprend une étape de coagulation en amont de ladite étape de floculation lestée.

Egalement préférentiellement ladite étape de floculation lestée est suivie d'une étape de décantation.

Selon un deuxième mode de réalisation préférentiel, un procédé selon l'invention comprend une étape d'injection de charbon actif dans ladite eau en amont de ladite étape de floculation lestée.

Dans ce cas, un procédé selon l'invention comprend préférentiellement une étape de filtration, notamment par membranes, successivement à ladite étape de décantation.

La mise en œuvre d'une filtration en aval de la décantation permet de séparer de l'eau traitée des fines de charbon et d'un excès d'agent floculant.

Préférentiellement, un procédé selon l'invention comprend dans ce cas une étape supplémentaire de coagulation mise en œuvre immédiatement avant ladite étape de filtration.

La coagulation supplémentaire engendre la formation de flocs avec l'excès de polymère contenu dans l'eau issue de la décantation. Ces flocs présentent une taille plus importante que celle des particules initialement en présence dans l'eau provenant de la décantation. Ces flocs se déposent en surface des membranes de l'unité de filtration alors que les particules initialement en présence dans l'eau provenant de la floculation y pénètrent plus en profondeur. La mise en œuvre de la deuxième coagulation est donc avantageuse du fait qu'elle limite le colmatage de l'unité de filtration ou rend à tout le moins son décolmatage plus aisé.

Les inventeurs ont par ailleurs découvert que, de façon surprenante pour des polymères d'origine naturelle, la charge ionique de ceux-ci devait préférentiellement être choisie en fonction de l'alcalinité de l'eau. En pratique, plus l'eau à traiter sera dure, plus la densité de charge anionique sera proche de -4 000 µeq/g. Moins l'eau sera dure, plus la densité de charge anionique sera proche de -900 µeq/g.

Ainsi le procédé selon l'invention comprend une étape préalable consistant à choisir ledit agent floculant en fonction de la dureté de l'eau à traiter, plus l'eau étant dure, plus l'agent floculant étant anionique.

Egalement selon une variante préférentielle de l'invention, ladite étape d'injection dans ladite eau d'au moins un agent floculant est effectuée en ajoutant ledit agent floculant à de l'eau préalablement coagulée à raison d'une teneur comprise entre 0,1 et 5 ppm, préférentiellement entre 0.1 et 2 ppm en fonction de la charge de l'eau à traiter en matières polluantes susceptibles de floculer.

Ces teneurs sont beaucoup plus importantes que celles mises en œuvre avec des polymères synthétiques. L'homme de l'art aurait donc pu craindre que la mise en œuvre de tels teneurs élevées eut provoqué une augmentation forte de la COD biologique (Carbone organique dissous biodégradable « CODb »). Le CODb est estimé à partir de la décroissance du Carbone Organique Dissous COD après une longue période d'incubation (28 jours) en présence d'une suspension de bactéries (AFNOR T 90-318) ou d'une biomasse fixée (AFNOR T 90-319). Or, de façon surprenante, il n'en est rien.

Enfin, selon une variante de l'invention, ladite floculation lestée est mise en œuvre sous agitation selon un gradient de vitesse moyen compris entre 200 et 800 s^{-1}. Cette gamme de gradient de vitesse est celle mis en œuvre dans la majorité des réacteurs de floculation.

6. Liste des figures

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante de modes de réalisation préférentiels, donnés à titre de simples exemples illustratifs et non limitatifs, et

des dessins annexés, parmi lesquels :

- la figure 1 illustre une installation pour la mise en œuvre d'un premier mode de réalisation d'un procédé selon l'invention ;
- la figure 2 illustre une installation pour la mise en œuvre d'un deuxième mode de réalisation d'un procédé selon l'invention ;
- les figures 3 et 4 sont des graphiques traduisant des comparaisons de performances de traitement d'eaux chargées en matières organiques dans une installation du type de celle représentée à la figure 1, mettant en oeuvre d'une part un agent organique synthétique de floculation de l'état de l'art et d'autre part mettant en en œuvre un agent de floculation d'origine naturelle selon la présente invention ;
- la figure 5 est un graphique illustrant le fait que l'agent floculant utilisé selon la présente invention est moins colmatant que les adjuvants de floculation classiques.

7. Description de modes de réalisation de l'invention

7.1. Rappel du principe général de l'invention

Le principe général de l'invention repose sur la mise en œuvre d'agent floculant anionique constitué de polymère de carbohydrate d'origine naturelle dans un traitement d'eau par floculation lestée menée à gradient de vitesse moyen élevé.

Une telle mise en œuvre permet de produire une eau traitée présentant une qualité équivalente à une eau traitée par floculation lestée mettant en œuvre un polymère floculant organique de synthèse tout en étant plus respectueuse de l'environnement et des individus du fait que les agents floculants constitués de polymère de carbohydrate d'origine naturelle sont biodégradables.

Par ailleurs, ce type d'agents floculants présente l'avantage, comparativement aux agents floculants organiques d'origine synthétique, de permettre la production d'une eau traitée dont le pouvoir colmatant est plus faible. Celle-ci peut alors être filtrée tout en limitant les contraintes liées au décolmatage des unités de filtration mises en œuvre à cet effet.

7.2. Exemple d'un premier mode de réalisation

On présente, en relation avec la figure 1, un premier mode de réalisation d'un procédé de traitement d'eau par floculation lestée selon l'invention.

Un tel procédé consiste à introduire une eau à traiter 10, qui est par exemple préalablement clarifiée ou flottée, dans une cuve de coagulation 11 dans laquelle est injecté un agent coagulant 12, qui dans ce mode de réalisation est constitué par du chlorure ferrique ($FeCl_3$), produit commercial.

L'eau ainsi coagulée 13 est introduite dans une cuve agitée de floculation lestée 14 à l'intérieur de laquelle sont injectés un agent floculant 15 et un matériau particulaire plus dense que l'eau 16, ou lest, qui dans ce mode de réalisation est du microsable. La cuve de floculation 14 loge un agitateur à pales 20 qui est mis en œuvre de telle manière qu'il règne à l'intérieur de cette cuve un gradient de vitesse moyen compris entre 300 et 1 400 s^{-1}.

L'agent floculant 15 est constitué d'un polymère de carbohydrate d'origine naturelle, préférentiellement d'amidon substitué, et présente une densité de charge anionique préférentiellement comprise entre -900 et -4 000 µeq/g. Lorsqu'il s'agit d'amidon substitué une telle gamme de densité de charge anionique correspond à un taux de substitution compris entre 0,1 et 0,5. Les substituants sont alors avantageusement choisis dans le groupe comprenant les carboxylates, les sulfonates, les phosphates et le phosphonates.

L'eau coagulée et floculée 17 est introduite dans un décanteur 18 dans le fond duquel se déposent des boues constituées de flocs lestés séparés d'une eau clarifiée qui est extraite en surverse 19.

Les boues 21 sont extraites du décanteur 18 au moyen par exemple d'une pompe de recirculation 22 et sont introduites, via une canalisation 23, dans un hydrocyclone 24 dans lequel est injectée de l'eau de service 25.

Un mélange de boues et de microsable fortement chargé en microsable 16 est déversé en sousverse de l'hydrocyclone 24 dans la cuve de floculation lestée 14.

Un mélange de boues et de microsable fortement chargé en boues 27 est

déversé en surverse de l'hydrocyclone 24 dans une goulotte déversoir 26.

Un mélange 30 en partie déshydraté est extrait de la goulotte 26 au moyen d'une pompe d'extraction 28 et l'effluent 29 provenant de cette déshydratation est injecté dans la cuve de coagulation 11.

Dans une variante de ce mode de réalisation, il peut être prévue de ne mettre en œuvre aucune coagulation.

7.3. Exemple d'un deuxième mode de réalisation

On présente, en relation avec la figure 2, un deuxième mode de réalisation d'un procédé de traitement d'eau par floculation lestée selon l'invention.

Ce deuxième mode de réalisation se distingue du précédent notamment du fait que :

- l'eau à traiter 10 est introduite dans une cuve agitée de précontact 31 dans laquelle est injecté du charbon actif en poudre 32 (CAP) via une pompe 33, et que
- l'effluent 27 provenant du déversoir 26 est injecté dans cette cuve de précontact 31.

Le mélange d'eau à traiter et de CAP 34 est ensuite introduit dans la cuve de coagulation 11.

Ce deuxième mode de réalisation se distingue encore du premier du fait que l'eau traitée produite 19 est introduite dans une chambre de coagulation 40 dans laquelle un agent coagulant est introduit, puis dans une unité de filtration composée d'un pré-filtre 42 présentant un seuil de coupure à 150 micromètres et d'un module d'ultrafiltration membranaire 41présentant un seuil de coupure à 25 nm.

La mise en œuvre d'une filtration en aval de la décantation permet de séparer de l'eau traitée des fines de charbon et un excès d'agent floculant.

La coagulation mise en œuvre dans la zone de coagulation précédant immédiatement l'unité de filtration engendre la formation de flocs avec l'excès d'agent floculant contenu dans l'eau en sortie du décanteur. Ces flocs présentent

une taille plus importante que celle des particules initialement en présence dans l'eau provenant de la décantation. Ces flocs se déposent en surface des membranes de l'unité d'ultrafiltration alors que les particules initialement en présence dans l'eau provenant de la décantation pénètrent l'unité d'ultrafiltration plus en profondeur. La mise en œuvre de cette coagulation est donc avantageuse du fait qu'elle rend le décolmatage de l'unité d'ultrafiltration plus aisé.

Un procédé selon ce deuxième mode de réalisation comprend des phases de nettoyage de l'unité d'ultrafiltration. Ces phases de nettoyage (maintenance préventive) sont de deux types : les nettoyages hydrauliques qui consistent en des rétrolavages, et les nettoyages chimiques qui mettent en œuvre des solutions chimiques nettoyantes.

7.4. Essais comparatifs

7.4.1. Essais dans le cadre de la mise en œuvre d'un procédé selon le premier mode de réalisation

Des essais ont été réalisés pour comparer l'efficacité d'une floculation lestée mettant en œuvre soit, selon l'invention, un agent floculant d'origine naturelle à base d'amidon et/ou d'alginate modifié, soit, selon l'art antérieur, un agent floculant organique d'origine synthétique.

Un premier test a consisté à traiter une eau brute présentant une teneur en COD (Carbone Organique Dissous) égale à 10,6 mg/l et une alcalinité de 5°f (soit 50 mg/l de $CaCO_3$) par la mise en œuvre d'un procédé de coagulation-floculation lestée selon le premier mode de réalisation décrit ci-dessus avec les caractéristiques suivantes :

- alimentation de la cuve de coagulation en eau à traiter selon un débit égal à 50 m^3/h;
- gradient de vitesse moyen dans la cuve de floculation égal à 800 s^{-1} ;
- injection d'une dose de 150 ppm de chlorure ferrique $FeCl_3$ (Produit commercial) en tant qu'agent coagulant ;
- injection d'une dose de 0,2 ppm de polyacrylamide anionique de densité de charge anionique -1400 μeq/g commercialisé sous la dénomination

commerciale FLOPAM AN905 par la société SNF FLOERGER, en tant qu'agent floculant organique d'origine synthétique.

Tel que cela est représenté sur la figure 3, en référence aux deux premières colonnes de celle-ci, la mise en œuvre d'un tel traitement a permis :

- d'abattre d'environ 93% la turbidité de l'eau brute ;
- d'abattre d'environ 80% l'absorbance aux UV à 254 nm ;

Ce traitement a permis de conduire à la production d'une eau traitée dont la teneur en COD est égale à 3,3 mg/l.

Un deuxième test a consisté à traiter une eau brute présentant une COD égale à 10,8 mg/l par la mise en œuvre d'un procédé de coagulation-floculation lestée selon le premier mode de réalisation avec les caractéristiques suivantes :

- alimentation de la cuve de coagulation en eau à traiter selon un débit égal à 50 m^3/h;
- gradient de vitesse moyen dans la cuve de floculation égal à 800 s^{-1};
- une dose de 150 ppm de chlorure ferrique $FeCl_3$ (produit commercial) en tant qu'agent coagulant ;
- une dose de 2 ppm d'amidon substitué commercialisé sous la dénomination commerciale C* plus 35704 par la société Cargill dont la densité de charge anionique est égale à -900 µeq/g) en tant qu'agent floculant.

La charge anionique de cet amidon a été mesurée grâce à un dispositif (« zétamètre ») MÜTEK PCD 04 travel commercialisé en France par la société Noviprofibre sous la référence X20128.

Tel que cela est représenté sur la figure 3, en référence au deux deuxièmes colonnes de celle-ci, la mise en œuvre d'un tel traitement a permis :

- d'abattre d'environ 87% la turbidité de l'eau brute ;
- d'abattre d'environ 76% l'absorbance aux UV à 254 nm ;

Ce traitement a permis de conduire à la production d'une eau traitée dont la teneur en COD est égale à 3,6 mg/l.

Le tableau 1 ci-après indique, pour ces deux tests, la dose de polymère utilisée, la dose de coagulant utilisée, la COD biodégradable de l'eau brute et de l'eau traitée et la COD de l'eau brute et de l'eau traitée.

Point de prélèvement	COD Biodégradable (mg/l)	COD* (mg/l)	polymère utilisé	dose de polymère (ppm)	Dose de coagulant (FeCl3) (ppm)
Eau brute	1,8	10,8	C*PLUS 35704	2	150
Eau sortie après coagulation-floculation lestée et décantaion	1,2	3,6			
Eau brute	2,8	10,6	FLOPAM AN905	0,2	150
Eau sortie après coagulation-floculation lestée et décantaion	0,8	3,3			

DCO* : la précision de la mesure est de 0,3mg/l

Tableau 1

Les résultats de ces deux tests montrent que l'utilisation d'un polymère floculant d'origine naturelle selon l'invention permet de produire une eau traitée présentant une qualité aussi satisfaisante que celle obtenue en utilisant un polymère floculant organique classique synthétique.

L'obtention d'un tel niveau de qualité suppose toutefois d'employer des quantités de polymère d'origine naturelle beaucoup plus importantes que de polymère organique classique. Néanmoins, les polymères d'origine naturelle sont actuellement moins coûteux que les polymères organiques classiques. De plus, le coût de ces derniers, qui sont des dérivés du pétrole, ne devraient cesser de croître

dans les années à venir. Aussi, l'utilisation de polymères d'origines naturelles en substitution des polymères organiques classiques, certes dans des proportions plus importantes, ne devrait exercer aucun impact négatif sur le coût de production d'eau traitée par coagulation-floculation lestée.

De surcroît, les résultats de tests décrits ci-dessus montrent aussi que la mise en œuvre, dans des traitements d'eau par coagulation-floculation lestée, de polymères floculants d'origine naturelle (en l'occurrence un amidon substitué) dans des proportions dix fois supérieures à celle de polymère floculant organique d'origine synthétique permet de produire des eaux traitées présentant des niveaux de qualités assez similaires en termes de teneur en COD, de turbidité et d'absorbance aux UV à 254 nm.

De façon étonnante, l'utilisation de telles doses importantes de polymère floculant d'origine naturelle ne conduit pas à une augmentation importante de la COD biologique dans l'eau traitée comme il était normal que l'homme de l'art s'y attende.

Par exemple en référence au tableau 1ci-dessus, l'eau traitée en mettant en oeuvre une dose de 2 ppm de C*PLUS 35704 ne présente pas une COD biologique significativement plus importante que celle traitée en mettant en oeuvre une dose de 0,2 ppm de FLOPAM AN905. Pourtant, ajouter 10 fois plus d'adjuvant de floculation de nature organique dans une eau faisait évidemment craindre à celui-ci un risque de voir la COD biologique de l'eau traitée augmenter de façon importante. L'homme de l'art n'était donc en pratique nullement incité à ajouter à une eau à traiter un agent de floculation organique à des dosages significativement supérieurs à ceux utilisés avec les adjuvants constituée par des polymères organiques synthétiques.

Enfin, on ajoutera aussi que les polymères d'origine naturelle sont biodégradables. Leur utilisation n'engendre donc aucun effet néfaste ni sur l'environnement ni sur l'état de santé des personnes.

Deux autres tests ont été reproduits dans les mêmes conditions que celles

des deux tests décrits ci-dessus, mais avec une eau brute moins chargée en matières organiques et présentant une alcalinité de 5°f (soit 50 mg/l de $CaCO_3$) avec des doses d'agent coagulant et d'agents de floculation différentes, telles qu'indiquées au tableau 2 ci-dessous.

Les résultats de ces tests sur les taux d'abattement de la turbidité de l'eau brute et sur les taux d'abattement de l'absorbance aux UV à 254 nm sont indiqués sur la figure 4.

Point de prélèvement	COD Biodégradable (mg/l)	COD* (mg/l)	polymère utilisé	dose de polymère (ppm)	Dose de coagulant (FeCl3) (ppm)
Eau brute	1,5	4,5	C*PLUS 35704	2	85
Eau sortie après coagulation-floculation lestée et décantaion	0,4	1,5			
Eau brute	1,3	4,7	FLOPAM AN905	0,2	70
Eau sortie après coagulation-floculation lestée et décantaion	0,3	1,3			

DCO* : la précision de la mesure est de 0,3mg/l

Tableau 2

7.4.2. Essais dans le cadre de la mise en œuvre d'un procédé selon le deuxième mode de réalisation

Une eau a été traitée par la mise en œuvre d'un procédé selon le deuxième mode de réalisation en faisant varier la dose de chlorure de fer ($FeCl_3$), produit commercial, injectée dans l'eau sortant du décanteur, et en mesurant la perte de perméabilité enregistrée au niveau de l'unité d'ultrafiltration.

La perte de perméabilité était égale à 20,7 L/(h.bar.m^2) pour une dose de 0,05 ppm de $FeCl_3$. Elle était égale à 4,5 L/(h.bar.m^2) pour une dose de 0,1 ppm de $FeCl_3$. Elle était égale à 2,8 L/(h.bar.m^2) pour une dose de 0,15 ppm de $FeCl_3$.

Les résultats de ces essais démontrent que le fait de coaguler l'eau en sortie du décanteur permet de réduire son pouvoir colmatant et de limiter en conséquence le colmatage de l'unité d'ultrafiltration placée en aval.

La figure 5 est un graphique illustrant la variation de perméabilité au niveau de l'unité d'ultrafiltration au cours de la mise en œuvre du procédé selon le

deuxième mode de réalisation d'une part avec utilisation de polymère d'origine synthétique anionique de densité de charge égale à -1400μeq/g et d'autre part avec utilisation du polymère C* plus 35704 d'origine naturelle (amidon substitué dont la densité de charge anionique est égale à - 900 µeq/g)). Au cours de ces essais, des phases de lavage de l'unité d'ultrafiltration ont été mises en œuvre.

Avec le polymère d'origine synthétique FLOPAM AN905 les séquences de filtration et de lavages de l'unité d'ultrafiltration étaient réparties de la manière suivante :

- filtration pendant 40 minutes avec injection préalable de 0,15 ppm de chlorure ferrique, produit commercial, dans l'eau provenant du décanteur ;
- toutes les 40 minutes : rétrolavage pendant 40 secondes ;
- toutes les 24 heures : nettoyage de maintenance comprenant une injection de soude pendant 25 secondes, un trempage (maintien de la soude dans l'unité d'ultrafiltration) pendant 10 minutes, un rinçage pendant 80 secondes, une filtration pendant 40 minutes, une injection d'acide pendant 25 secondes, un trempage pendant 10 minutes, un rinçage pendant 80 secondes.

Avec l'amidon substitué C* plus 35704, les séquences de filtration et de lavages de l'unité d'ultrafiltration étaient réparties de la manière suivante :

- filtration pendant 40 minutes avec injection préalable de 0,15 ppm de chlorure ferrique, produit commercial, dans l'eau provenant du décanteur ;
- toutes les 40 minutes : rétrolavage pendant 40 secondes ;
- toutes les 26 heures : nettoyage de maintenance comprenant une injection de soude pendant 25 secondes, un trempage (maintien de la soude dans l'unité d'ultrafiltration) pendant 10 minutes, un rinçage pendant 80 secondes.

Le graphique de la figure 5 montre que polymère à base d'amidon qui s'accumule à la surface des membranes de l'unité d'ultrafiltration est plus facilement éliminé que le polymère d'origine synthétique du fait que :

- les lavages mis en œuvre lors de l'utilisation du polymère floculant

d'origine naturelle sont moins puissants et moins fréquents que ceux mis en œuvre lors de l'utilisation de polymère d'origine synthétique, et que

- la différence de perméabilité du module d'ultrafiltration entre la fin d'un cycle de filtration et le début du cycle suivant un nettoyage de maintenance est plus important lors de l'utilisation du polymère floculant d'origine naturelle (flèche A) que lors de celle de polymère d'origine synthétique (flèche B).

En plus des nettoyages de maintenance, des nettoyages en place doivent être mis en œuvre dès que la perméabilité atteint un seuil bas prédéterminé dont la valeur était fixée à 180 L/(h.bar.m^2) lors des essais. Le traçage de droites de régression linéaire sur le graphique illustré à la figure 7 à partir de la perméabilité atteinte à la fin de chaque cycle de filtration (droites 71 et 72) permet d'évaluer la fréquence à laquelle devront être mise en œuvre des nettoyages en place. Pour un module d'ultrafiltration fonctionnant 24 heures sur 24 avec une perméabilité de départ de l'eau de 550 L/(h.bar.m^2), les nettoyages en place étaient être mis en œuvre tous les mois dans le cadre de l'utilisation du polymère d'origine synthétique anionique de densité de charge égale à -1400μeq/g (droite 71), et tous les 4 mois dans le cadre de l'utilisation de polymère à base d'amidon substitué (droite 72).

Le polymère à base d'amidon est donc moins visqueux et moins colmatant que le polymère organique. Sa mise en œuvre permet de réduire la fréquence de lavage de l'unité d'ultrafiltration. Ceci s'explique notamment du fait qu'il est biodégradable.

7.5. Principaux avantages

Les agents floculants constitués de polymères de carbohydrate naturels fonctionnalisés par des groupements fonctionnels anioniques, tels que les amidons substitués, présentant une densité de charge anionique comprise entre -900 et -4000 µeq/g présentent notamment les avantages suivants :

- ils permettent de produire une eau traitée ayant une qualité comparable à celle d'une eau produite en utilisant des agents floculants organiques

d'origine synthétique ;

- ils sont biodégradables et n'ont aucun impact ni sur l'environnement ni sur les personnes ;
- ils ont un pouvoir colmatant réduit ;
- ils sont facilement dégagés des membranes de filtration lors d'opérations de décolmatage ;
- ils sont bon marché ;
- ils ne sont pas issus du pétrole comme les agents floculants organique d'origine synthétique ; leur tarif n'est donc pas indexé sur celui du pétrole qui ne devrait cesser d'augmenter dans les années à venir.

REVENDICATIONS

1. Procédé de traitement d'eau par floculation lestée comprenant une étape d'injection dans ladite eau d'au moins un agent floculant, une étape d'injection dans ladite eau d'au moins un matériau particulaire plus dense que l'eau, et une étape de récupération d'une eau traitée,
caractérisé en ce que ladite floculation lestée est mise en œuvre sous agitation selon un gradient de vitesse moyen compris entre 100 et 1 400 s^{-1} et en ce que ledit agent floculant est constitué d'au moins un polymère de carbohydrate d'origine naturelle présentant une densité de charge anionique comprise entre -900 et -4 000 µeq/g.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit agent floculant est un amidon substitué.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que ledit amidon substitué présente un taux de substitution compris entre 0,1 et 0,5.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le ou les substituants dudit amidon sont choisis dans le groupe comprenant les substituants carboxylates, sulfonates, phosphates, phosphonates.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il comprend une étape de coagulation en amont de ladite étape de floculation lestée.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5 caractérisée en ce que ladite étape de floculation lestée est suivie d'une étape de décantation.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 5 ou 6, caractérisé en ce qu'il comprend une étape d'injection de charbon actif dans ladite eau en amont

de ladite étape de coagulation.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 6 ou 7, caractérisé en ce qu'il comprend une étape de filtration successivement à ladite étape de décantation.

9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'il comprend une étape de coagulation supplémentaire mise en œuvre immédiatement avant ladite étape de filtration.

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9 caractérisé en ce qu'il comprend une étape préalable consistant à choisir ledit agent floculant en fonction de la dureté de l'eau à traiter, plus l'eau étant dure, plus l'agent floculant étant anionique.

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 5 à 10 caractérisé en ce que ladite étape d'injection dans ladite eau d'au moins un agent floculant est effectuée en ajoutant ledit agent floculant à l'eau préalablement coagulée à raison d'une teneur comprise entre 0,1 et 5 ppm, préférentiellement entre 0,1et 2 ppm.

12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 11 caractérisé en ce que ladite floculation lestée est mise en œuvre sous agitation selon un gradient de vitesse moyen compris entre 200 et 800 s^{-1}.

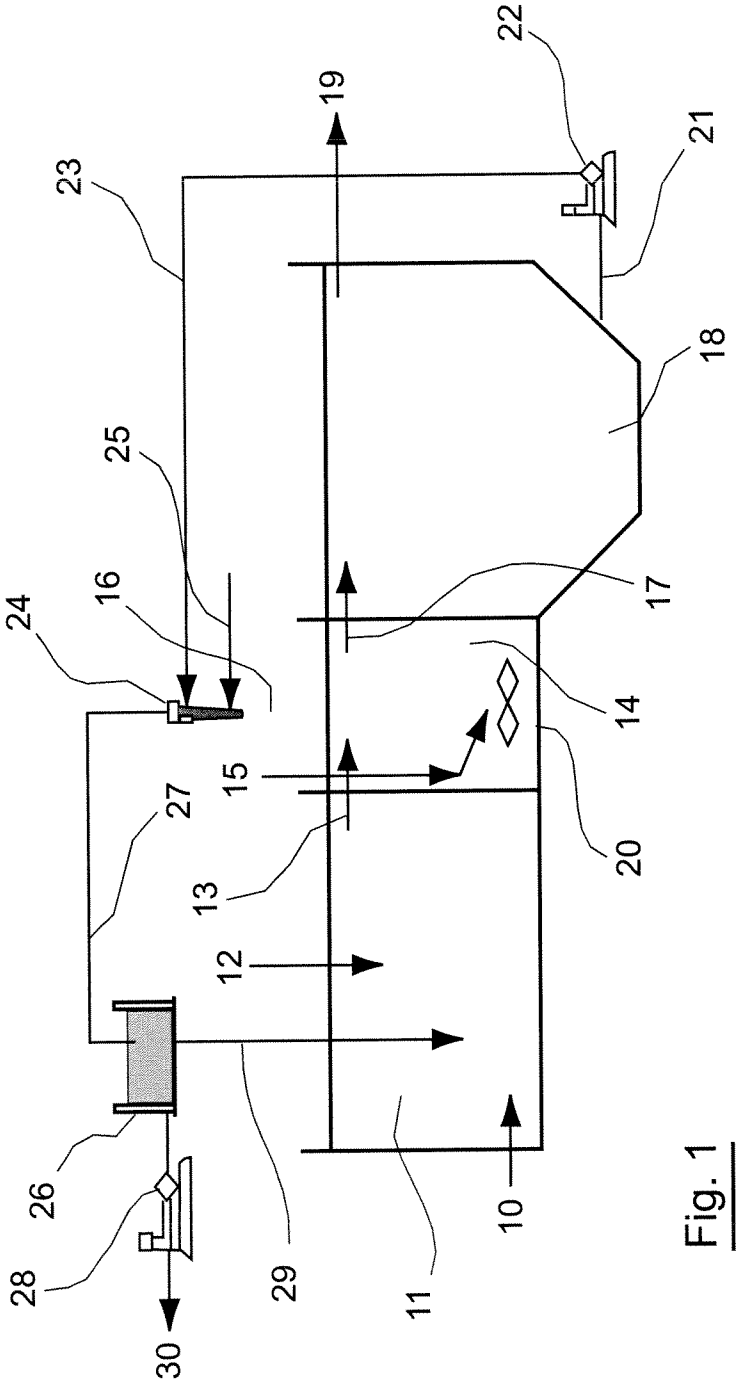


Fig. 1

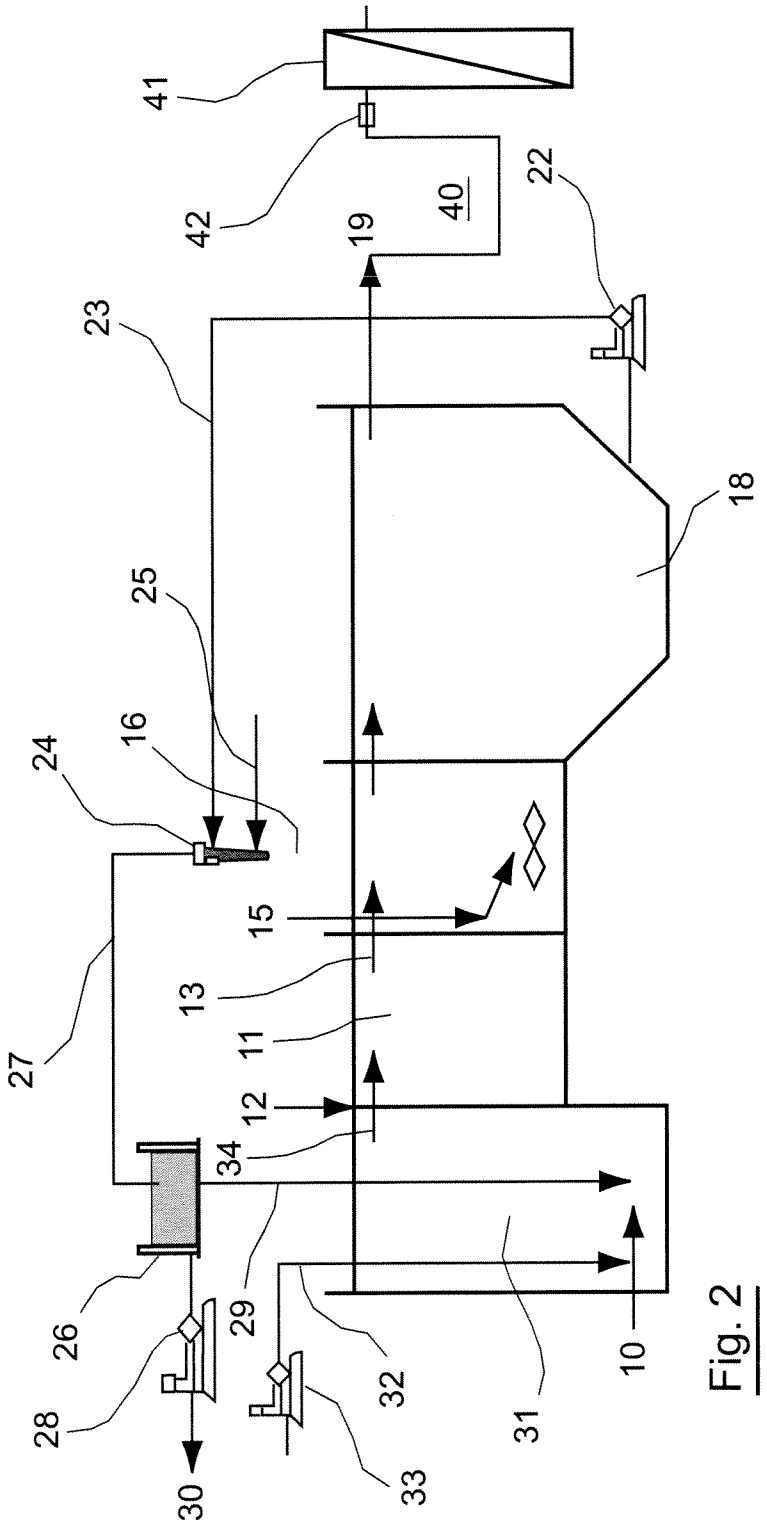


Fig. 2

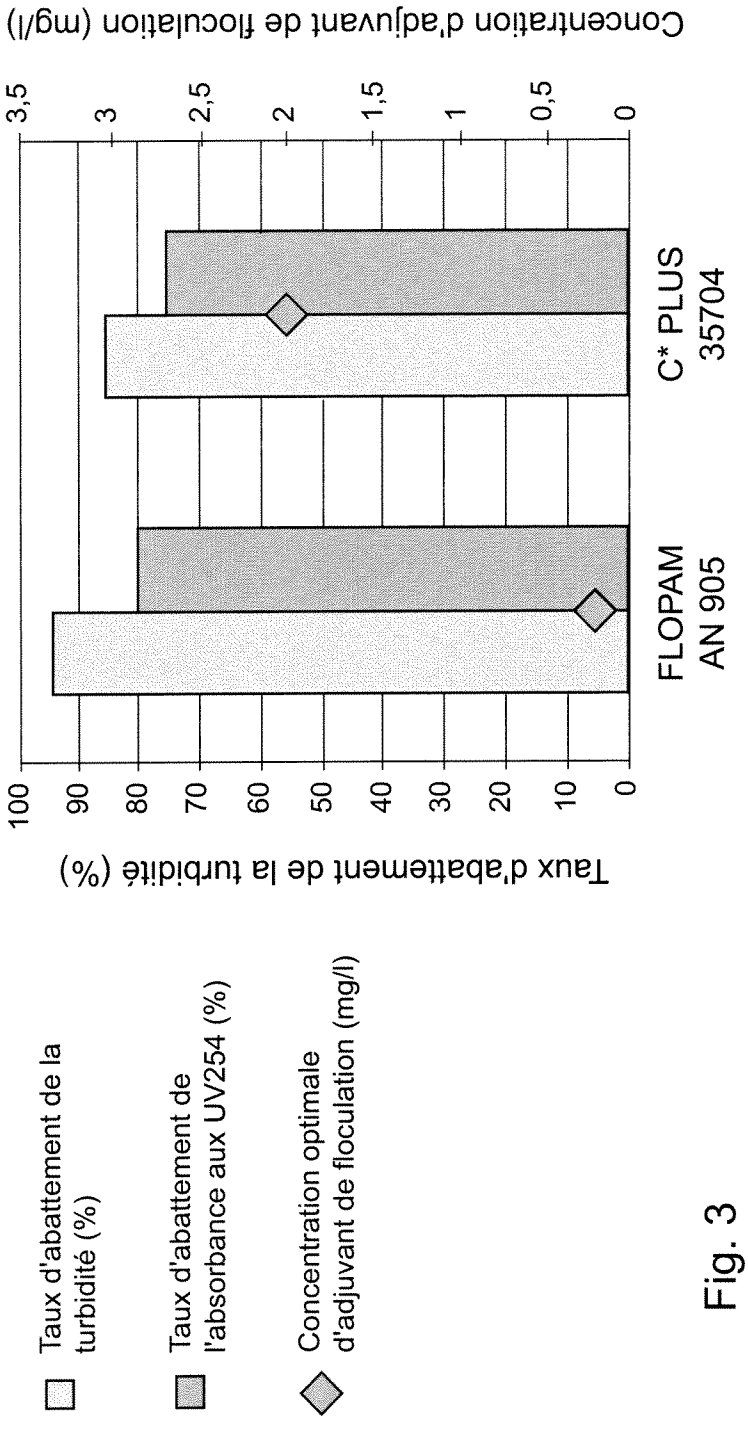

Concentration d'adjuvant de floculation (mg/l)
3,5
3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
Taux d'abattement de la turbidité (%)
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
FLOPAM AN 905
C* PLUS 35704
Taux d'abattement de la turbidité (%)
Taux d'abattement de l'absorbance aux UV254 (%)
Concentration optimale d'adjuvant de floculation (mg/l)

Fig. 3

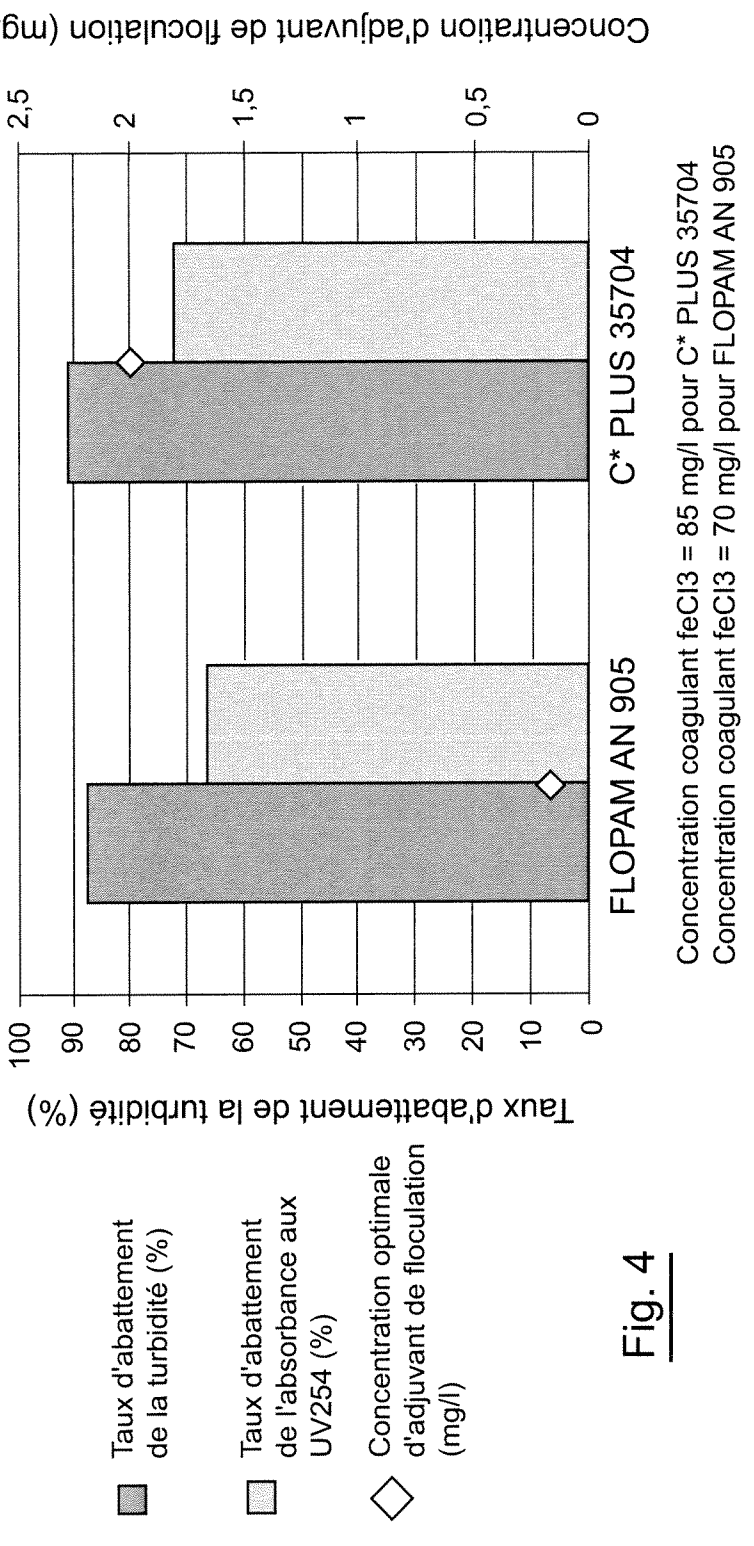

Concentration d'adjuvant de floculation (mg/l)
2,5
2
1,5
1
0,5
0
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Taux d'abattement de la turbidité (%)
FLOPAM AN 905
C* PLUS 35704
Taux d'abattement de la turbidité (%)
Taux d'abattement de l'absorbance aux UV254 (%)
Concentration optimale d'adjuvant de floculation (mg/l)
Concentration coagulant feCl3 = 85 mg/l pour C* PLUS 35704
Concentration coagulant feCl3 = 70 mg/l pour FLOPAM AN 905

Fig. 4

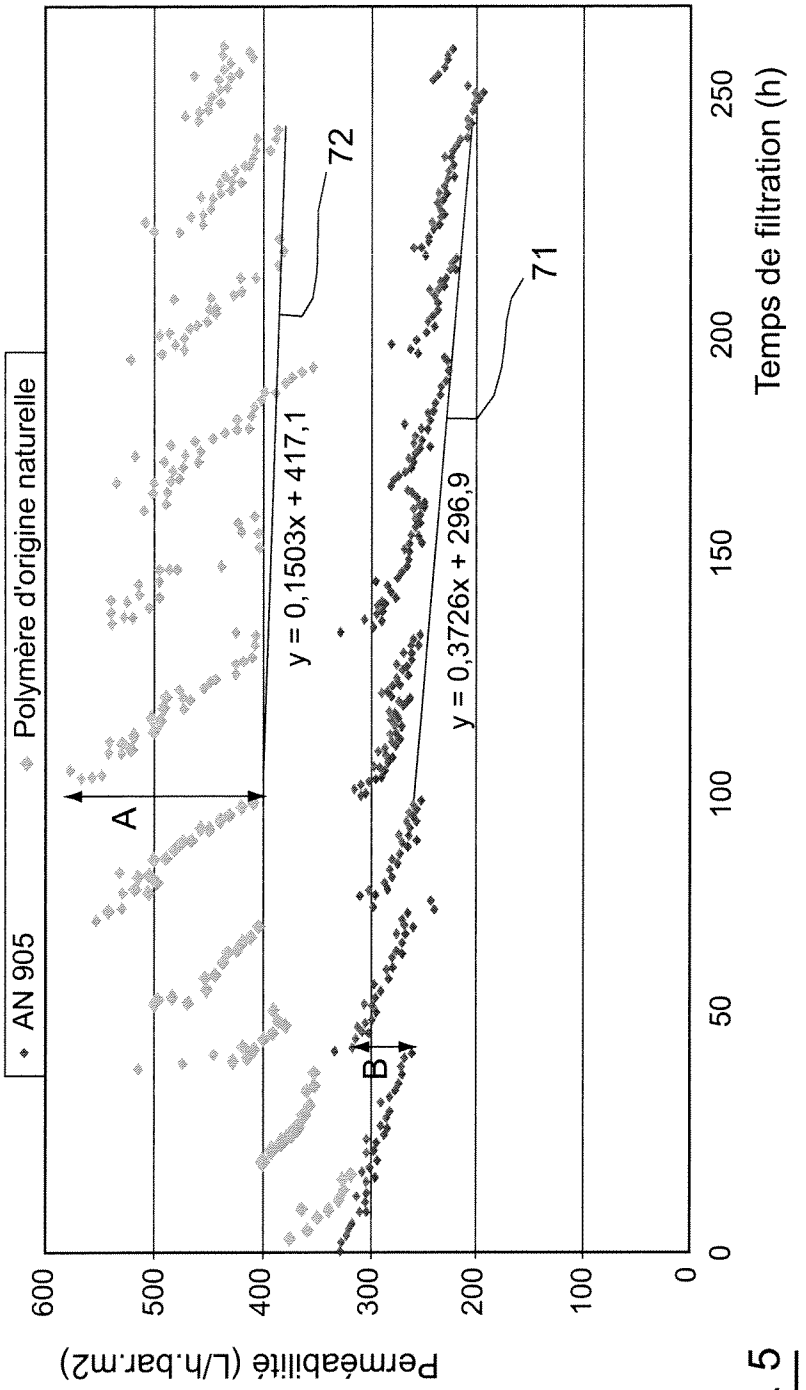

AN 905
Polymère d'origine naturelle
A
B
72
71
y = 0,1503x + 417,1
y = 0,3726x + 296,9
Perméabilité (L/h.bar.m2)
Temps de filtration (h)
600
500
400
300
200
100
0
0
50
100
150
200
250

Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/056164

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B01D61/14 B01D61/16 C02F1/56
ADD. C02F1/28 C02F1/44 C02F1/52

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B01D C02F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 2 899 891 A1 (AMENAGEMENT URBAIN & RURAL [FR]) 19 October 2007 (2007-10-19) page 1, line 4 - line 5 page 2, line 21 - page 3, line 9 page 9, line 1 - line 10	1-12
A	JP 7 008972 A (NIPPON STARCH REFINING; OSAKA PREFECTURE) 13 January 1995 (1995-01-13) paragraph [0007]	1-4
A	CN 1 401 589 A (DALIAN SCI & ENGRG UNIV [CN]) 12 March 2003 (2003-03-12) the whole document	1-4
A	US 7 648 637 B1 (SAUVIGNET PHILIPPE [FR] ET AL) 19 January 2010 (2010-01-19) column 7, line 55 - column 8, line 44	1,5-7

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
26 May 2011	07/06/2011

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Châtellier, Xavier

1

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/056164

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007 245150 A (DAICEL CHEM; DAICEN MEMBRANE SYSTEMS LTD) 27 September 2007 (2007-09-27) figure 1 paragraph [0023] - paragraph [0038] -----	1,5-8

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2011/056164

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2899891 A1	19-10-2007	NONE	
JP 7008972 A	13-01-1995	NONE	
CN 1401589 A	12-03-2003	NONE	
US 7648637 B1	19-01-2010	WO 2010086249 A1	05-08-2010
JP 2007245150 A	27-09-2007	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2011/056164

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. B01D61/14 B01D61/16 C02F1/56
ADD. C02F1/28 C02F1/44 C02F1/52

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
B01D C02F

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	FR 2 899 891 A1 (AMENAGEMENT URBAIN & RURAL [FR]) 19 octobre 2007 (2007-10-19) page 1, ligne 4 - ligne 5 page 2, ligne 21 - page 3, ligne 9 page 9, ligne 1 - ligne 10	1-12
A	JP 7 008972 A (NIPPON STARCH REFINING; OSAKA PREFECTURE) 13 janvier 1995 (1995-01-13) alinéa [0007]	1-4
A	CN 1 401 589 A (DALIAN SCI & ENGRG UNIV [CN]) 12 mars 2003 (2003-03-12) le document en entier	1-4
A	US 7 648 637 B1 (SAUVIGNET PHILIPPE [FR] ET AL) 19 janvier 2010 (2010-01-19) colonne 7, ligne 55 - colonne 8, ligne 44	1,5-7

-/--

[X] Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

[X] Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
26 mai 2011	07/06/2011

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Châtellier, Xavier

1

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	JP 2007 245150 A (DAICEL CHEM; DAICEN MEMBRANE SYSTEMS LTD) 27 septembre 2007 (2007-09-27) figure 1 alinéa [0023] - alinéa [0038] -----	1,5-8

1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/EP2011/056164

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2899891 A1	19-10-2007	AUCUN	
JP 7008972 A	13-01-1995	AUCUN	
CN 1401589 A	12-03-2003	AUCUN	
US 7648637 B1	19-01-2010	WO 2010086249 A1	05-08-2010
JP 2007245150 A	27-09-2007	AUCUN	