

(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
16 décembre 2010 (16.12.2010)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2010/142746 A1

- (51) Classification internationale des brevets :
C02F 1/28 (2006.01) C02F 1/56 (2006.01)
C02F 1/52 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2010/058116
- (22) Date de dépôt international :
9 juin 2010 (09.06.2010)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
0953811 9 juin 2009 (09.06.2009) FR
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : SAUR
[FR/FR]; 1, avenue Eugène Freyssinet, F-78280
Guyancourt (FR).
- (72) Inventeur; et
- (75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : PEROT,
Jean [FR/FR]; 4 Impasse des Coudrays, F-78990
Elancourt (FR).
- (74) Mandataire : AHNER, Francis; Cabinet REGIMBEAU,
20, rue de Chazelles, F-75847 Paris Cedex 17 (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, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

— relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv)

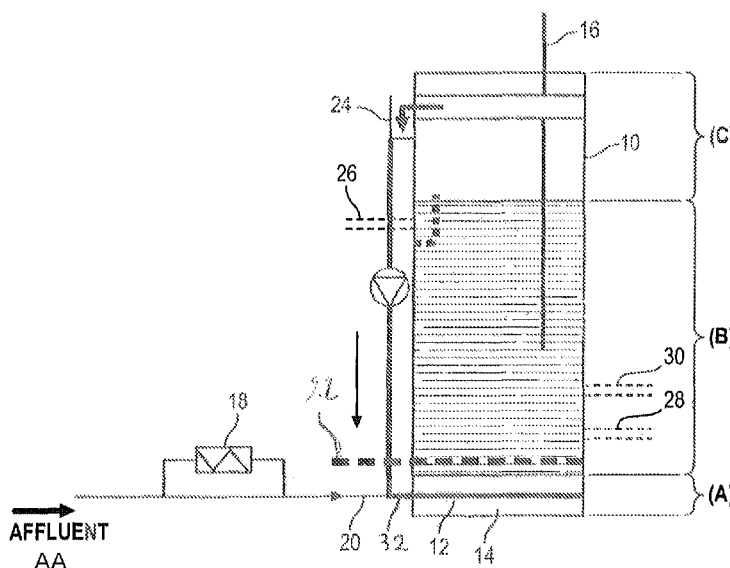
Publiée :

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

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : FACILITY FOR TREATING AN AQUEOUS FLUID BY CONTACT WITH A FLUIDISED BED OF COAGULATED ACTIVATED CARBON IN POWDER FORM

(54) Titre : INSTALLATION DE TRAITEMENT DE FLUIDE AQUEUX PAR CONTACT AVEC UN LIT FLUIDISÉ DE CHARBON ACTIF EN POUDRE COAGULE



(57) Abstract : The present invention relates to a facility for treating aqueous fluid, in particular for removing organic micropollutants and natural organic matter, including a single reactor (10) for treating the aqueous fluid by contact with a fluidised bed of coagulated and flocculated activated carbon in powder form, operating in an ascending flow, said reactor being provided with means for injecting new activated carbon in powder form, coagulant and polymer, arranged in such a way as to define three distinct operating areas in the reactor: a first area (A), arranged at the bottom of the reactor, for feeding and uniformly distributing the aqueous fluid pre-treated by contact with the coagulant and the polymer; a second area (B), mounted on the first area, made up of the fluidised bed of coagulated and flocculated activated carbon in powder form; and a third area (C), arranged at the top of the reactor, for separating and recovering the purified aqueous liquid.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



WO 2010/142746 A1

AA ... Influent

- *avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2.h)*

La présente invention concerne l'installation de traitement de fluide aqueux, en particulier pour assurer l'élimination de micropolluants organiques et de matières organiques naturelles, comprenant un réacteur unique (10) de traitement du fluide aqueux par contact avec un lit fluidisé de charbon actif en poudre coagulé et floculé, fonctionnant en flux ascendant, ledit réacteur étant équipé de moyens d'injection de charbon actif en poudre neuf, de coagulant et de polymère, agencés de manière à définir dans le réacteur trois zones distinctes de fonctionnement : une première zone aménagée (A) à la base du réacteur pour assurer l'admission et la répartition homogène du fluide aqueux prétraité par contact avec le coagulant et le polymère, une seconde zone, surmontant la première, constituée par le lit fluidisé de charbon actif en poudre coagulé et floculé (B), et une troisième zone (C), aménagée à la partie haute du réacteur de séparation et de récupération du liquide aqueux épuré.

INSTALLATION DE TRAITEMENT DE FLUIDE AQUEUX PAR CONTACT AVEC UN LIT FLUIDISE DE CHARBON ACTIF EN POUDRE COAGULE

5 La présente invention concerne une installation de traitement de fluide aqueux, notamment dans le domaine des eaux à potabiliser et des eaux usées, en particulier pour assurer l'élimination de micropolluants organiques et de matières organiques naturelles, comprenant un réacteur unique de
10 traitement du fluide aqueux par contact avec un lit fluidisé de charbon actif en poudre coagulé et floculé, fonctionnant en flux ascendant.

 L'application du charbon actif en dépollution d'eau de consommation ou en traitement d'eau industrielle est largement
15 développée à partir de la filtration sur charbon actif en grain (CAG). La recherche de nouveaux systèmes à base de charbon actif plus performants dans l'élimination des micropolluants organiques et de la matière organique a débouché sur des procédés de traitement à base de charbon actif en poudre (CAP).

20 Dans la cadre de l'utilisation du charbon actif en poudre dans des technologies spécifiques de mise en œuvre connues dans l'art antérieur, on peut par exemple citer deux méthodes d'emploi soit sous forme de charbon actif en poudre injecté directement au fil de l'eau en amont d'un système de filtration
25 de préférence membranaire, soit sous forme de lit de charbon actif en poudre dans un réacteur spécifique, avec ou sans ajout de coagulant et floculant suivant les technologies. Dans le second cas, les opérations unitaires de contact/séparation des boues de l'eau traitée sont réalisées soit dans des ouvrages
30 séparés de coagulation/floculation/décantation, soit dans un bassin unique avec les décanteurs à lit de boues ou recirculation de boues et les réacteurs à membranes immergées. En outre dans le second cas, il faut nécessairement ajouter des coagulants et/ou des floculants sauf dans le cas des membranes
35 immergées où une telle adjonction n'a pas d'utilité.

La Demanderesse a déjà conçu et développé un système d'affinage à base de lit de boues de charbon actif en poudre coagulé commercialisé sous la dénomination Carboflux®. La Demanderesse a souhaité faire évoluer ce concept à lit de charbon actif en poudre coagulé en retenant une nouvelle technologie de mise en œuvre encore plus compacte avec des gains d'investissement et d'exploitation conséquents.

Ainsi, l'invention concerne le traitement de fluides aqueux, par exemple l'eau pour laquelle on désire éliminer des micropolluants organiques et les matières organiques naturelles.

L'invention s'applique plus précisément à la potabilisation des eaux telles que les eaux de surface et les eaux souterraines avec l'emploi de charbon actif en poudre sous forme fluidisée dans un réacteur unique de contact après adjonction de réactifs de coagulation et floculation. Pour les eaux superficielles, un tel réacteur sera disposé de préférence à l'aval d'une installation de clarification. Pour les eaux souterraines, il pourra être disposé en traitement direct d'eau brute.

Quelle que soit l'origine des eaux à potabiliser, le traitement spécifique au charbon actif sera suivi d'une filtration des eaux traitées sur média granulaire (filtration rapide) ou à l'aide d'un système membranaire (filtration frontale ou tangentielle).

L'application au domaine des eaux usées est aussi envisageable notamment en traitement tertiaire d'Eaux Usées Urbaines (ERU) dans le cadre de l'élimination de micropolluants organiques émergents notamment. Ici, le traitement pourra ou non être suivi d'une étape de filtration suivant l'usage recherché (rejet au milieu naturel, réutilisation).

L'invention intéresse plus particulièrement l'emploi de charbon actif en poudre dans un ouvrage spécifique de traitement fonctionnant en flux ascendant au sein duquel le brassage hydraulique est assuré par l'intermédiaire d'une rampe de dispersion d'eau à traiter disposée en fond d'ouvrage.

Conformément à la présente invention, en particulier pour l'ensemble des domaines d'application où l'on recherche l'élimination de composés organiques par adsorption, le réacteur de l'invention est équipé de moyens d'injection de charbon actif en poudre neuf, de coagulant et de polymère, agencés en coordination avec le circuit d'alimentation d'eau de manière à définir dans le réacteur trois zones distinctes de fonctionnement :

- 10 . une première zone aménagée à la base du réacteur pour assurer l'admission et la répartition homogène du fluide aqueux prétraité par contact avec le coagulant et le polymère,
- . une seconde zone, surmontant la première, constituée par le lit fluidisé de charbon actif en poudre coagulé et floculé,
- 15 et
- . une troisième zone, aménagée à la partie haute du réacteur de séparation et de récupération du liquide aqueux épuré.

Selon une autre caractéristique de l'invention, les moyens d'injection (circuit d'admission) de charbon actif en poudre 20 neuf sont associés à un circuit d'extraction de charbon actif en poudre usagé du lit fluidisé, disposé dans la partie inférieure de la seconde zone du réacteur.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le réacteur comporte un lit fluidisé de charbon actif en poudre, 25 coagulé et floculé à des concentrations pouvant atteindre plusieurs grammes par litre, avantageusement entre 1 et 10 g/l, et en particulier ajustables suivant la nature du charbon retenu, ses caractéristiques granulométriques et la vitesse de fluidisation imposé dans l'ouvrage de contact.

30 Selon une autre caractéristique de l'invention, un brassage hydraulique est assuré au sein du lit fluidisé par l'intermédiaire d'au moins une rampe de dispersion du fluide aqueux à traiter, aménagée dans la première zone à la base du réacteur.

35 Selon une autre caractéristique de l'invention, le brassage hydraulique est assuré par un système constitué d'un

distributeur se présentant sous la forme d'une pluralité de rampes de dispersion percées d'orifices disposés de manière équidistante et dirigés vers le fond du réacteur et constituant le réseau de distribution hydraulique.

5 Selon une autre caractéristique de l'invention, l'ensemble du système de répartition du liquide aqueux est noyé dans un garnissage constitué par un lit de gravier reposant sur le fond du réacteur et couvrant le réseau de distribution hydraulique surmonté par un lit de sable.

10 Selon une autre caractéristique de l'invention, le réacteur comporte dans sa troisième zone aménagée en partie haute, une goulotte de reprise pour canaliser le liquide aqueux épuré.

 Selon une autre caractéristique, l'installation selon l'invention comporte des moyens d'injection de coagulant au sein
15 du lit fluidisé, ainsi que des moyens d'injection de coagulant dans le circuit d'alimentation en liquide aqueux, en amont de la première zone d'admission aménagée en partie basse du réacteur.

 Selon une autre caractéristique, les moyens d'injection de coagulant au sein du lit fluidisé débouchent sur une hauteur de
20 lit fluidisé s'étendant entre sa partie basse et sa partie médiane de préférence pour favoriser le piégeage et l'agglomération des particules de charbon neuf injecté sous forme de floccs d'hydroxydes.

 Ainsi, l'emploi de coagulant est indispensable pour
25 maintenir le charbon dans le réacteur en zone (B) en piégeant les particules de charbon sous forme de floccs, aptes à décanter.

 Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, les moyens d'injection de coagulant dans le circuit d'alimentation sont munis d'un système de mélange, mécanique et/ou statique.

30 Selon une autre caractéristique de l'invention, l'installation comporte des moyens d'injection de polymère en ligne sur le circuit d'alimentation en liquide aqueux préalablement coagulé, et/ou au moyen d'une rampe spécifique d'injection de polymère disposée au sein du lit fluidisé,
35 immédiatement au-dessus de la première zone aménagée à la partie basse du réacteur.

Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, l'installation comporte un circuit de recirculation de l'eau traitée débouchant en amont de la rampe d'admission pour assurer une fonction de maintien du lit fluidisé pendant les arrêts de production sur le réacteur.

De manière particulièrement avantageuse selon la présente invention, l'installation comporte un circuit d'introduction d'air (32) connecté à la rampe de dispersion d'eau (12), assurant le détassage du lit de charbon actif en cas d'arrêt prolongé du réacteur sans recirculation d'eau.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le réacteur est équipé d'un dispositif de collecte de boues aménagé dans la troisième zone haute du réacteur afin d'assurer un soutirage des boues de CAP coagulé en cas de nécessité, par exemple si la hauteur du lit augmente au-delà d'une valeur limite fixée par l'utilisateur ou pour d'autres besoins du domaine de l'exploitation du procédé.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le réacteur affecte une forme cylindrique de section circulaire ou polygonale dont les dimensions sont choisies pour permettre d'assurer une vitesse ascensionnelle du liquide aqueux comprise entre 6 et 10 m³/m².h.

Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, le réacteur présente une hauteur utile comprise entre 3,9 m et 6 m.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le charbon actif en poudre présente une densité apparente comprise entre 0,30 et 0,60 kg/l.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le charbon actif en poudre présente une granulométrie représentative de tailles de particules inférieures à 100 µm, avantageusement entre 1 et 45 µm, typiquement entre 3 et 35 µm.

Dans le cadre de la présente invention, l'emploi de charbon actif en poudre (CAP) avec une taille de particules inférieure à 100 µm apporte des gains épuratoires accrus par rapport à des technologies antérieures utilisant du charbon actif en grain avec des tailles de particules plus élevées. En effet, le CAP

permet d'augmenter les capacités d'adsorption et de réduire les consommations en adsorbant en relation à la taille des particules.

5 La présente demande concerne également l'utilisation d'une installation telle que définie précédemment pour la potabilisation des eaux de surface, impliquant une clarification préalable des eaux à traiter ou encore pour la potabilisation des eaux souterraines par traitement direct des eaux brutes.

10 Selon une autre caractéristique de l'invention, le traitement par contact du lit fluidisé dans le réacteur est suivi d'une filtration des eaux traitées, sur media granulaire ou sur système membranaire.

15 Selon une autre caractéristique de l'invention, du charbon actif neuf en poudre est injecté à une dose apte à assurer le renouvellement continu du lit de charbon fluidisé, qui est d'au moins 3 à 5 mg/l pour éliminer des micropolluants organiques.

20 Selon une autre caractéristique de l'invention, du charbon actif neuf en poudre est injecté à une dose apte à assurer le renouvellement continu du lit de charbon fluidisé, qui est d'au moins 5 à 10 mg/l dans l'élimination des matières organiques naturelles.

25 La technologie mise en œuvre permet l'obtention d'un lit de charbon actif coagulé et floculé pouvant atteindre plusieurs grammes par litre sur plusieurs mètres de hauteur.

Avantageusement, la concentration moyenne du lit fluidisé de charbon actif en poudre dans le réacteur (zone B) est comprise entre 1 et 10 g/l, typiquement entre 3 et 7 g/l.

30 Avantageusement, la hauteur de fluidisation sera comprise entre 1,5 et 4 m dans le réacteur (zone B), typiquement entre 2 et 3 m.

35 Le passage d'eau brute au travers du lit de charbon actif en poudre assure le traitement de dépollution en micropolluants organiques et matières organiques naturelles suivant différents modes possibles en fonction de la nature du polluant (adsorption sur les particules de charbon et piégeage sur les hydroxydes

métalliques). Aucun brassage mécanique n'est nécessaire, le brassage à l'eau du lit de boues créé par l'hydraulique de la rampe de dispersion évite le tassement en fond d'ouvrage et tout passage préférentiel d'eau. L'eau épurée est canalisée à partir
5 de goulottes de reprise disposées en partie haute d'ouvrage.

L'obtention d'un lit de boues fluidisé n'est possible que grâce à la mise en place de dispositifs précis d'injection de coagulant, charbon actif en poudre neuf et polymère dans l'installation dont le schéma de principe général se trouve
10 illustré à la Figure unique annexée sur laquelle apparaissent les différentes zones précises d'introduction correspondantes.

Pour assurer une bonne répartition de l'eau arrivant en fond du réacteur 10, l'installation comporte un distributeur 12 sur lequel sont disposés des jeux de ramifications équidistantes et percées de trous sur chacune d'entre elle à intervalles
15 identiques et dirigés de préférence vers le fond en quinconce alterné. L'ensemble d'un tel répartiteur est noyé dans un garnissage 14, avantageusement constitué d'un lit de gravier reposant sur le fond du réacteur 10 et sur lequel repose un lit
20 de sable. Un tel ensemble constitue une première zone aménagée (A) assurant la répartition homogène de l'eau d'alimentation à la base du réacteur 10.

Conformément à la présente invention, une injection de coagulant s'établit à deux niveaux différents, à savoir par :

- 25 1/ dosages simultanés de coagulant et charbon actif en poudre neuf au sein d'une rampe d'admission 16 débouchant dans le lit de boues (B) et de préférence en partie basse à médiane sur la hauteur de ce lit fluidisé ; et
- 30 2/ dosage de coagulant en amont de la rampe d'admission 12 d'eau brute ou affluent.

Ce mode de fonctionnement permet d'ajuster parfaitement la part de coagulant à mettre en œuvre vis-à-vis de la coagulation des particules de charbon introduites dans le réacteur et la part liée au contrôle global de la tenue du lit de charbon actif
35 fluidisé dans le temps et aux besoins propres à l'eau à traiter sur l'ouvrage. Le circuit d'injection de coagulant en amont de

la rampe d'admission 12, pourra être pourvu d'un système de mélange mécanique ou statique 18 afin d'accélérer la dispersion du réactif avant passage dans la rampe d'admission d'eau brute 12.

5 Tel que cela se trouve schématisé sur le dessin annexé, la présente invention prévoit donc l'injection de coagulant à deux niveaux avec le dosage de réactif sur le circuit d'alimentation en eau à traiter et le poste de préparation/dosage de charbon actif en poudre.

10 -Pour la mise en œuvre de la présente invention, on peut retenir l'ensemble des coagulants à base de fer et d'aluminium, par exemple le chlorure ferrique et le sulfate ferrique pour le fer, le sulfate d'aluminium et les produits commerciaux WAC, WAC HB et Aqualenc pour l'aluminium.

15 -L'homme du métier saura déterminer les taux de traitement en coagulant en fonction du dosage en CAP. L'addition des doses de coagulant employé aux 2 niveaux énoncés ci-avant peut atteindre un rapport massique Fe/CAP compris entre 54 et 140 mg Fe g⁻¹ CAP pour les réactifs à base de fer et un rapport massique
20 Al/CAP compris entre 17 et 44 mg Al g⁻¹ CAP pour les réactifs à base d'aluminium.

-Avantageusement : la dose totale de réactif coagulant est répartie sur les deux circuits dans une fourchette comprise entre 20 et 80 %.

25 A titre d'exemple de distribution des doses de coagulant, on mentionnera les conditions suivantes :

Dosage en charbon actif en poudre : 5 g m⁻³

Coagulant employé : Chlorure ferrique sous forme liquide à 40-41 % en poids de FeCl₃ pur

30 Rapport massique Fe / CAP optimal : 140 mg Fe g⁻¹ CAP

Répartition du coagulant et taux de traitement :

	Taux de traitement en coagulant		Rapport massique Fe/CAP	Répartition
	(g Fe m ⁻³)	(g FeCl ₃ m ⁻³)	(mgFe g ⁻¹ CAP)	(%)
Sur le circuit d'eau brute	0,233	0,68	46,7	33,3
Sur le poste de dosage en CAP neuf	0,467	1,36	93,3	66,7

Conformément à la présente invention, il y a également lieu de prévoir dans l'installation précédemment décrite une injection de polymère en ligne sur le circuit d'eau brute préalablement coagulée 20 et/ou par une rampe spécifique 22 disposée au sein du lit de charbon au dessus de la zone aménagée (A).

Par ailleurs, l'emploi de polymère est essentiel dans le procédé si l'on désire maintenir un lit de charbon actif fluidisé compact de plusieurs grammes par litre avec une zone de séparation entre l'eau traitée et le lit de charbon, bien identifiée. La zone aménagée (A) permet une dispersion optimale du réactif polymère de floculation à la base du lit (B) de boues suivant la voie 22. La dispersion par une rampe d'admission dans le réacteur reste une alternative possible 20.

Dans le cadre de la présente invention, l'emploi d'adjuvants de floculation est indispensable dans la constitution du lit de charbon actif fluidisé en produisant des floes denses de particules de charbon complexés par pontage des floes de charbon coagulé et floculé résultant de l'action du coagulant. On retiendra de préférence les floeulants acryliques comme les polyacrylamides anioniques et non ioniques. Le choix de la dose est à adapter suivant la nature des eaux et les caractéristiques du charbon actif employé. Les taux de

traitement peuvent être compris dans une fourchette allant de 0,1 à 0,5 mg.L⁻¹.

Dans le cadre de la production d'eau destinée à la consommation humaine, le traitement dans ce réacteur 10 doit être suivi d'une étape de filtration.

L'ensemble des procédés industriels de filtration sur média granulaire et des procédés membranaires sont susceptibles d'être placés à l'aval du traitement au charbon actif. On peut citer par exemple la filtration sur sable ou la filtration sur membrane d'ultrafiltration. Le choix des systèmes et des règles d'exploitation sont assujettis à la nature des eaux à traiter sur le réacteur à lit de charbon fluidisé.

Pour l'incorporation du procédé en traitement d'eau superficielle nécessitant de par la nature de la ressource une étape de clarification et de filtration, on disposera le réacteur 10 entre les traitements de clarification et de filtration. On entend ici par le terme de clarification les étapes fondamentales de coagulation, floculation et décantation (ou flottation) que doit subir l'eau brute avant son passage sur une étape de filtration. Dans le cadre de l'utilisation d'une étape d'oxydation à l'ozone, on placera avantageusement le traitement à l'amont du traitement d'affinage au charbon actif comme cela est retrouvé sur les filières de traitement industriel conventionnelles à l'amont d'un traitement d'affinage à base de charbon actif. Avec cette configuration classique de filière de traitement, on disposera de différentes alternatives dans le devenir du charbon actif en poudre usagé extrait du réacteur à charbon actif en poudre coagulé avec :

- . le recyclage du charbon actif en poudre au niveau de la clarification à l'amont de la floculation précédant la décantation ; sans intérêt si l'étape de séparation est constituée d'une flottation ;
- . l'incorporation des boues de charbon actif en poudre usagé sur la filière boues issue de la clarification ou leur traitement sur une filière boues spécifiques au traitement d'affinage.

En traitement d'eau souterraine pour laquelle on ne doit éliminer que des micropolluants organiques, on placera le procédé en traitement direct d'eau brute. L'affinage au charbon sera suivi d'une étape de filtration. Pour les eaux nécessitant des mesures correctives dans l'élimination des matières en suspension (MES), de la turbidité et de métaux comme le fer et le manganèse par exemple, on placera le traitement d'affinage en traitement direct d'eau brute si l'on prévoit l'élimination de ces composés sur une unité de filtration en solution de base, dans le cas où une clarification est proposée, le traitement d'affinage est placé en aval de cette dernière ; la filtration est disposée dans tous les cas en post-traitement.

Le réacteur 10 comporte enfin dans sa troisième zone aménagée en partie haute (C), une goulotte de reprise 24 pour canaliser l'eau épurée.

La mise en place d'un circuit de recirculation d'eau traitée 24 par jeu de pompe(s) non représenté débouchant à l'amont de la rampe d'admission 12 a pour fonction de maintenir un lit de boues fluidisé (B) pendant les arrêts de production sur l'ouvrage. Les objectifs sont les suivants :

- . le maintien d'un lit fluidisé (B) pendant les arrêts de production afin d'éviter le tassement des boues de charbon actif en poudre durant la période qui seront plus difficilement expansées rapidement à la reprise de l'alimentation en affluent ;
- . le maintien de conditions aérobies au sein du lit de boues par passage d'eau saturée en oxygène dissous afin d'éviter les formations de nitrites et ammonium associées à des problèmes de fermentation biologique intervenant en anaérobiose.

On pourra avantageusement mettre en service le dispositif en régime de production dans des cas particuliers lorsque le débit d'alimentation s'avère insuffisant dans la création d'un lit suffisamment expansé. Ce mode de fonctionnement peut être

nécessaire lorsque l'installation est dimensionnée sur des plages de débits d'alimentation étendues.

De manière particulièrement avantageuse selon la présente invention, le réacteur est équipé d'un circuit d'air (32) de
5 détassage directement connecté à la rampe d'admission d'eau brute (12). Il a pour fonction le détassage du lit de CAP lorsque le réacteur est resté isolé sur de longues durées sans recirculation d'eau traitée avant la remise en service.

Le réacteur peut être équipé d'un ouvrage de collecte de
10 boues 26 en partie supérieure d'ouvrage si l'on désire sécuriser le système face à des remontées excessives du lit de boues liées à des dégradations de l'eau à traiter avec la présence de matières en suspension piégées dans le lit de boues, la conséquence étant l'augmentation du volume du lit. Ici, les
15 boues en excès débouchent dans une fosse permettant leurs soutirages hors de l'ouvrage.

Le renouvellement en charbon du lit de CAP coagulé est obtenu par le jeu d'un circuit d'admission 16 de charbon neuf, au sein du lit fluidisé en zone (B), et d'un circuit
20 d'extraction 28 de charbon actif en poudre usagé du lit fluidisé disposé de préférence en partie basse à médiane d'ouvrage au dessus de la zone aménagée (A).

L'extraction du charbon actif en poudre usagé du lit de boues peut être effectuée par pompage à l'aide d'une pompe
25 doseuse ou par soutirage gravitaire par le biais d'une canalisation d'extraction au sein du lit de charbon suivant 30 ou par le jeu d'un concentrateur à boues ou les floccs de charbon actif en poudre sont recueillis à partir d'une surverse en 26, les deux systèmes d'extraction de CAP pouvant être
30 combinés.

Dans ce dernier cas, l'ouvrage de collecte de boues 26 sécurise le système face à des remontées excessives du lit de boues liées à des dégradations de l'eau à traiter avec la présence de matières en suspension piégées dans le lit de boues.
35 La hauteur du lit de boue peut alors être maintenue au niveau de la zone de soutirage vers une fosse à boues.

Conformément à la présente invention, les exigences de dimensions d'ouvrages sont assujetties à la nécessité de fluidiser le matériau à l'intérieur du réacteur de contact/séparation et à la recherche d'un temps de contact dans le lit de charbon actif en poudre non limitant vis-à-vis des fonctions épuratoires recherchées. Les ouvrages de préférence de section cylindrique peuvent être indifféremment de section circulaire ou carrée.

Les dimensions d'ouvrage doivent avantageusement tenir compte des paramètres suivants :

- . vitesses ascensionnelles comprises entre 2 à 12 m³/m².h et de préférence entre 6 et 10 m³/m².h ;
- . des temps de contact dans le lit de charbon en adéquation avec la nature du ou des micropolluants organiques à éliminer et des caractéristiques du charbon en poudre retenu (nature, origine et granulométrie) ; le temps de contact est assimilé au temps de séjour hydraulique en fût vide correspondant au volume occupé par le matériau adsorbant sous forme d'un lit fluidisé.

Le choix des vitesses hydrauliques tient compte de l'origine du charbon sur le plan des caractéristiques de densité et de granulométrie avec des produits ayant des densités apparentes comprises entre 0,30 et 0,6 kg/L et des tailles couvrant le domaine des charbons actifs en poudre avec des granulométries allant de quelques microns : 3 - 5 µm à plusieurs dizaines de microns (15 à 45 µm ou 80 à 99 µm par exemple). Les temps de contacts sont compris dans une large gamme de valeurs possibles suivant les applications et les besoins épuratoires comme tout système classique à base d'adsorbant. On peut avancer par exemple des valeurs guides comprises entre 10 et 30 minutes en traitement d'affinage d'eau superficielle ayant subi au préalable un traitement de clarification si l'on désire éliminer des micropolluants organiques avec par exemple les pesticides ou des matières organiques naturelles réfractaires aux prétraitements initiaux. Dans le cadre d'applications spécifiques en milieu industriel ou dans le domaine des eaux

usées, on pourra prolonger les temps de contact au delà des 30 à 60 minutes afin de répondre à de très fortes charges organiques à éliminer et/ou à s'adapter à des niveaux de pollution élevés en micropolluants organiques. Les dosages de charbon neuf assurant le renouvellement continu du lit de charbon fluidisé seront choisis suivant la nature de la pollution et les objectifs de dépollution. Nous pourrons par exemple travailler sur des gammes de dosage comprises entre 3 et 5 mg/l dans l'élimination de micropolluants organiques et 5 à 10 mg/l dans l'élimination des matières organiques naturelles. Les doses seront encore augmentées dans le cadre de traitement spécifique et pourront être portée à plusieurs dizaines ou centaines de milligramme par litre suivant les charges polluantes et la nature des molécules organiques à éliminer.

On indiquera ci-après à titre de simple illustration, un exemple particulier de dimensionnement hydraulique de l'installation de traitement selon l'invention destiné à une application "eau potable" ou "affinage d'eau superficielle après clarification". Les conditions particulières mentionnées ci-après ont conduit à des résultats parfaitement satisfaisants dans la pratique.

Débit nominal : 200 m³/h

Production journalière : 4000 m³/j

Nombre d'ouvrage : 1

Vitesse ascensionnelle : 8 m³/m².h

Temps de contact : 20 min

Section : carrée

Volume de lit de charbon fluidisé : proche de 66,7 m³

Concentration de travail en charbon actif coagulé et floculé : proche des 5 g.L⁻¹

Caractéristiques d'ouvrage :

Longueur : 5 m

Largeur : 5 m

Hauteur utile d'ouvrage : 4,8 m

Détails :- Hauteur de la zone aménagée : 0,6 m

- Hauteur de fluidisation du lit de charbon actif au débit nominal: proche de 2,7 m
- (Valeur indicative à la température d'eau de 6°C)
- Hauteur de garde : 1,5 m (Distance du sommet du lit au niveau de restitution des eaux traitées).

REVENDICATIONS

1. Installation de traitement de fluide aqueux, en particulier pour assurer l'élimination de micropolluants organiques et de matières organiques naturelles, comprenant un réacteur unique (10) de traitement du fluide aqueux par contact avec un lit fluidisé de charbon actif en poudre coagulé et flocculé, fonctionnant en flux ascendant, ledit réacteur étant équipé de moyens d'injection de charbon actif en poudre neuf, de coagulant et de polymère, agencés de manière à définir dans le réacteur trois zones distinctes de fonctionnement :
- . une première zone aménagée (A) à la base du réacteur pour assurer l'admission et la répartition homogène du fluide aqueux prétraité par contact avec le coagulant et le polymère,
 - . une seconde zone, surmontant la première, constituée par le lit fluidisé de charbon actif en poudre coagulé et flocculé (B), et
 - . une troisième zone (C), aménagée à la partie haute du réacteur de séparation et de récupération du liquide aqueux épuré.
2. Installation selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'aux moyens d'injection de charbon actif en poudre neuf est associé un circuit d'extraction de charbon actif en poudre usagé du lit fluidisé, disposé dans la partie inférieure de la seconde zone (B) du réacteur (10).
3. Installation selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisée en ce que le lit fluidisé de charbon actif en poudre, coagulé et flocculé est à des concentrations pouvant atteindre plusieurs grammes par litre, avantageusement entre 1 et 10 g/l.
4. Installation selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisée en ce qu'un brassage hydraulique est assuré au sein du lit fluidisé par l'intermédiaire d'au moins une rampe de

dispersion (12) du fluide aqueux à traiter, aménagée dans la première zone à la base du réacteur.

5 5. Installation selon la revendication 4, caractérisée en ce que le brassage hydraulique est assuré par un système constitué d'un distributeur se présentant sous la forme d'une pluralité de rampes de dispersion percées d'orifices disposés de manière équidistante et dirigés vers le fond du réacteur.

10 6. Installation selon la revendication 5, caractérisée en ce que l'ensemble du système de répartition du liquide aqueux est noyé dans un garnissage constitué par un lit de gravier reposant sur le fond du réacteur et couvrant le réseau de distribution hydraulique surmonté par un lit de sable.

15 7. Installation selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que le réacteur comporte dans sa troisième zone aménagée en partie haute (C), une goulotte de reprise (24) pour canaliser le liquide aqueux épuré.

20 8. Installation selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisée en ce qu'elle comporte des moyens d'injection de coagulant au sein du lit fluidisé, ainsi que des moyens d'injection de coagulant dans le circuit d'alimentation en
25 liquide aqueux, en amont de la première zone d'admission aménagée en partie basse du réacteur.

9. Installation selon la revendication 8, caractérisée en ce que les moyens d'injection de coagulant au sein du lit fluidisé
30 débouchent sur une hauteur de lit fluidisé s'étendant entre sa partie basse et sa partie médiane.

10. Installation selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisée en ce que les moyens d'injection de coagulant dans
35 le circuit d'alimentation sont munis d'un système de mélange (18), mécanique et/ou statique.

11. Installation selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisée en ce qu'elle comporte des moyens d'injection de polymère en ligne sur le circuit d'alimentation en liquide aqueux préalablement coagulé, et/ou au moyen d'une rampe spécifique d'injection de polymère disposée au sein du lit fluidisé, immédiatement au-dessus de la première zone aménagée (A) à la partie basse du réacteur (10).
12. Installation selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisée en ce qu'elle comporte un circuit de recirculation de l'eau traitée débouchant en amont de la rampe d'admission pour assurer une fonction de maintien du lit fluidisé pendant les arrêts de production sur le réacteur.
13. Installation selon l'une des revendications 1 à 12, caractérisée en ce qu'elle comporte un circuit d'introduction d'air (32) connecté à la rampe de dispersion d'eau.
14. Installation selon l'une des revendications 1 à 13, caractérisée en ce que le réacteur est équipé d'un dispositif de collecte de boues aménagé en dessous de la troisième zone haute (C) du réacteur afin d'assurer un soutirage des boues de CAP coagulé en cas de nécessité.
15. Installation selon l'une des revendications 1 à 14, caractérisée en ce que le réacteur affecte une forme cylindrique de section circulaire ou polygonale dont les dimensions sont choisies pour permettre d'assurer une vitesse ascensionnelle du liquide aqueux comprise entre 6 et 10 m³/m².h.
16. Installation selon l'une des revendications 1 à 15, caractérisée en ce que le réacteur présente une hauteur utile comprise entre 3,9 m et 6 m.

17. Installation selon l'une des revendications 1 à 16, caractérisée en ce que le charbon actif en poudre présente une densité apparente comprise entre 0,30 et 0,60 kg/l.

5

18. Installation selon l'une des revendications 1 à 17, caractérisée en ce que le charbon actif en poudre présente une granulométrie représentative de tailles de particules inférieures à 100 µm, avantageusement entre 1 et 45 µm.

10

19. Utilisation d'une installation selon l'une des revendications 1 à 18, pour la potabilisation des eaux de surface, impliquant une clarification préalable des eaux à traiter.

15

20. Utilisation d'une installation selon l'une des revendications 1 à 18, pour la potabilisation des eaux souterraines par traitement direct des eaux brutes.

20

21. Utilisation selon l'une des revendications 19 à 20, caractérisée en ce que le traitement par contact du lit fluidisé dans le réacteur est suivi d'une filtration des eaux traitées, sur media granulaire ou sur système membranaire.

25

22. Utilisation selon l'une des revendications 19 à 21, caractérisée en ce que du charbon actif neuf en poudre est injecté à une dose apte à assurer le renouvellement continu du lit de charbon fluidisé, qui est d'au moins 3 à 5 mg/l pour éliminer des micropolluants organiques.

30

23. Utilisation selon l'une des revendications 19 à 21, caractérisée en ce que du charbon actif neuf en poudre est injecté à une dose apte à assurer le renouvellement continu du lit de charbon fluidisé, qui est d'au moins 5 à 10 mg/l dans l'élimination des matières organiques naturelles.

35

1/1

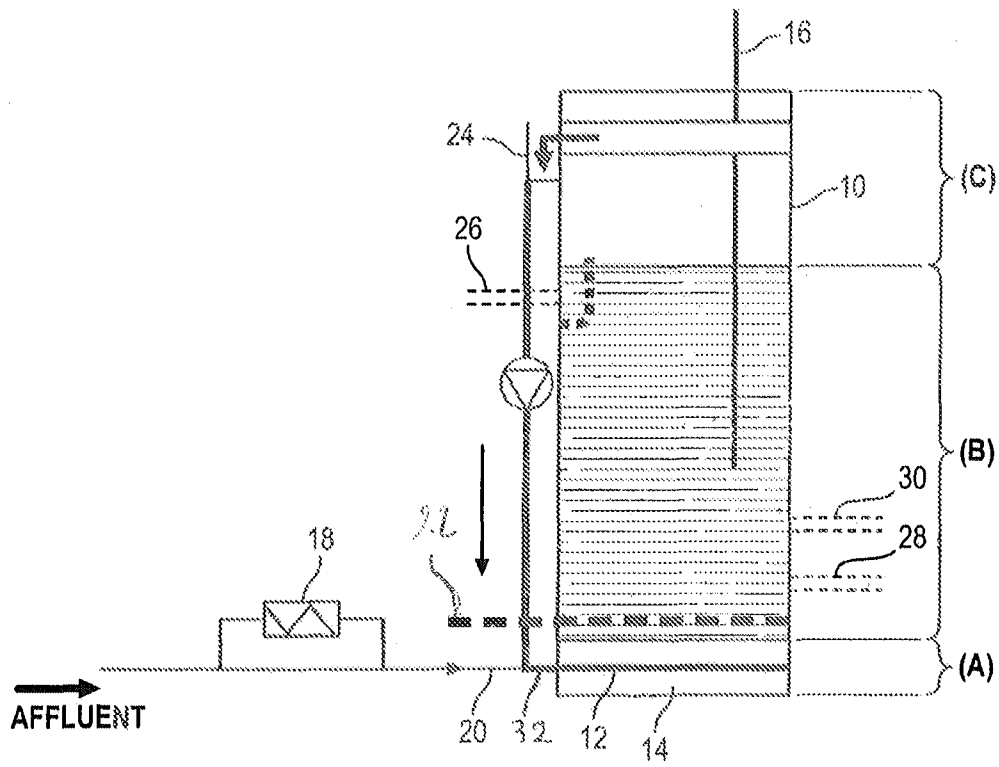


FIGURE UNIQUE

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2010/058116

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. C02F1/28 C02F1/52 C02F1/56
 ADD.

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)
 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, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 4 659 462 A (CHAPMAN ROBERT L [US]) 21 April 1987 (1987-04-21) column 2, line 45 - column 4, line 46; figure 1 column 5, line 22 - column 6, line 68 column 9, line 44 - line 52 column 1, line 11 - line 27	1-23
Y	WO 02/10077 A1 (CH2M HILL [US]) 7 February 2002 (2002-02-07) page 9, last paragraph - page 10, paragraph 2; figure 1	1-23
Y	FR 2 252 301 A1 (PULP PAPER RES INST [CA]) 20 June 1975 (1975-06-20) the whole document	1-23
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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.</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
--	--

Date of the actual completion of the international search 22 October 2010	Date of mailing of the international search report 03/11/2010
--	--

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2010/058116

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5 932 099 A (COTE PIERRE [FR] ET AL) 3 August 1999 (1999-08-03) column 6, line 30 - column 7, line 19 -----	1-23
A	FR 2 301 481 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]) 17 September 1976 (1976-09-17) the whole document -----	1-23
A	DE 195 07 239 A1 (NEUMANN & STALLHERM GMBH INDUS [DE]) 28 March 1996 (1996-03-28) the whole document -----	1-23
A	FR 2 628 337 A1 (LYONNAISE EAUX [FR]) 15 September 1989 (1989-09-15) the whole document -----	1-23
A	WO 99/19257 A2 (WASTE WATER RECLAMATION TECHNO [US]) 22 April 1999 (1999-04-22) the whole document -----	1-23

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2010/058116

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4659462	A	21-04-1987	NONE
WO 0210077	A1	07-02-2002	AT 417809 T 15-01-2009 AU 8076601 A 13-02-2002 AU 2001280766 B2 21-07-2005 CN 1449363 A 15-10-2003 EP 1313669 A1 28-05-2003 HK 1057532 A1 07-04-2006 US 2003159988 A1 28-08-2003 US 6517723 B1 11-02-2003
FR 2252301	A1	20-06-1975	CA 1024274 A1 10-01-1978 FI 337374 A 29-05-1975 JP 50106457 A 21-08-1975 SE 7414826 A 29-05-1975 US 4008161 A 15-02-1977
US 5932099	A	03-08-1999	NONE
FR 2301481	A1	17-09-1976	BE 838607 A1 16-06-1976 CH 599058 A5 12-05-1978 ES 445472 A1 01-06-1977 GB 1519692 A 02-08-1978 IT 1057244 B 10-03-1982
DE 19507239	A1	28-03-1996	NONE
FR 2628337	A1	15-09-1989	NONE
WO 9919257	A2	22-04-1999	AU 1078799 A 03-05-1999

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2010/058116

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

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)
 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, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	US 4 659 462 A (CHAPMAN ROBERT L [US]) 21 avril 1987 (1987-04-21) colonne 2, ligne 45 - colonne 4, ligne 46; figure 1 colonne 5, ligne 22 - colonne 6, ligne 68 colonne 9, ligne 44 - ligne 52 colonne 1, ligne 11 - ligne 27	1-23
Y	WO 02/10077 A1 (CH2M HILL [US]) 7 février 2002 (2002-02-07) page 9, dernier alinéa - page 10, alinéa 2; figure 1	1-23
Y	FR 2 252 301 A1 (PULP PAPER RES INST [CA]) 20 juin 1975 (1975-06-20) le document en entier	1-23
	----- -/--	

Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents 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
22 octobre 2010	03/11/2010

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Fonctionnaire autorisé <p style="text-align: center; font-weight: bold;">González Arias, M</p>
--	---

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	US 5 932 099 A (COTE PIERRE [FR] ET AL) 3 août 1999 (1999-08-03) colonne 6, ligne 30 - colonne 7, ligne 19 -----	1-23
A	FR 2 301 481 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]) 17 septembre 1976 (1976-09-17) le document en entier -----	1-23
A	DE 195 07 239 A1 (NEUMANN & STALLHERM GMBH INDUS [DE]) 28 mars 1996 (1996-03-28) le document en entier -----	1-23
A	FR 2 628 337 A1 (LYONNAISE EAUX [FR]) 15 septembre 1989 (1989-09-15) le document en entier -----	1-23
A	WO 99/19257 A2 (WASTE WATER RECLAMATION TECHNO [US]) 22 avril 1999 (1999-04-22) le document en entier -----	1-23

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2010/058116

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4659462	A	21-04-1987	AUCUN	
WO 0210077	A1	07-02-2002	AT 417809 T AU 8076601 A AU 2001280766 B2 CN 1449363 A EP 1313669 A1 HK 1057532 A1 US 2003159988 A1 US 6517723 B1	15-01-2009 13-02-2002 21-07-2005 15-10-2003 28-05-2003 07-04-2006 28-08-2003 11-02-2003
FR 2252301	A1	20-06-1975	CA 1024274 A1 FI 337374 A JP 50106457 A SE 7414826 A US 4008161 A	10-01-1978 29-05-1975 21-08-1975 29-05-1975 15-02-1977
US 5932099	A	03-08-1999	AUCUN	
FR 2301481	A1	17-09-1976	BE 838607 A1 CH 599058 A5 ES 445472 A1 GB 1519692 A IT 1057244 B	16-06-1976 12-05-1978 01-06-1977 02-08-1978 10-03-1982
DE 19507239	A1	28-03-1996	AUCUN	
FR 2628337	A1	15-09-1989	AUCUN	
WO 9919257	A2	22-04-1999	AU 1078799 A	03-05-1999