

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
**INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**
—
COURBEVOIE
—

①1 N° de publication : **3 108 113**

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **20 02465**

⑤1 Int Cl⁸ : **C 02 F 1/28 (2019.12), C 02 F 1/68, C 02 F 9/08**

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤4 Procédé de traitement d'eau comportant une adsorption sur charbon actif sous forme de micrograins.

②2 Date de dépôt : 12.03.20.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public
de la demande : 17.09.21 Bulletin 21/37.

④5 Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 23.12.22 Bulletin 22/51.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : *SOURCES SAS — FR.*

⑦2 Inventeur(s) : *BILLETTE Patrick, ROUTHIER
Florian, GEAY Fabrice et COUPEL Jean-François.*

⑦3 Titulaire(s) : *SOURCES SAS.*

⑦4 Mandataire(s) : *Novagraaf Technologies.*

FR 3 108 113 - B1



Description

Titre de l'invention : Procédé de traitement d'eau comportant une adsorption sur charbon actif sous forme de micrograins

Domaine technique

- [0001] La présente invention appartient au domaine du traitement de l'eau, notamment celui du traitement en vue de sa potabilisation ou de l'épuration des eaux usées.
- [0002] La présente invention se rapporte plus précisément à un procédé de traitement comprenant au moins les étapes de distribution d'une eau à traiter dans un réacteur, une partie de ladite eau à traiter ayant préalablement été enrichie en charbon actif avant distribution dans le réacteur et de traitement de l'eau distribuée dans le réacteur, dans le but d'abattre les concentrations en matières organiques et en micropolluants. L'invention se rapporte également à un dispositif de traitement d'eau apte à la mise en œuvre du procédé selon l'invention ainsi que l'utilisation dudit dispositif pour traiter de l'eau de surface, de l'eau souterraine ou de l'eau issue d'une station d'épuration.

Etat de la technique

- [0003] Des procédés sont couramment mis en œuvre afin d'affiner le traitement des eaux par l'utilisation du charbon actif, permettant la réduction des teneurs en matières organiques et en micropolluants des eaux.
- [0004] Il est par exemple connu, de mettre en contact une eau à traiter avec du charbon actif sous forme de micro-grains afin de permettre l'élimination des polluants par adsorption sur les particules de charbon. Cette mise en contact est généralement réalisée soit en lit fluidisé soit en lit pulsé. La séparation de l'eau et du charbon est typiquement réalisée grâce à une vitesse ascensionnelle maîtrisée dépendant de l'expansion du lit de charbon, avec ajout ou non de lamelles dans la partie supérieure du réacteur. L'injection de charbon neuf est typiquement réalisée soit sur l'eau alimentant le réacteur soit directement dans le réacteur. Des extractions périodiques de charbon usagé permettent de maintenir une charge en charbon dans le réacteur.
- [0005] Bien que fonctionnels, les procédés connus ne sont pas optimaux. Il existe ainsi un besoin pour un nouveau procédé permettant non seulement de maintenir une charge constante dans le réacteur, mais surtout de mettre en contact très tôt une partie de l'eau ou effluent à traiter avec le charbon neuf sans recours à un apport d'eau additionnelle.
- [0006] Description de l'invention
- [0007] Il est du mérite de la demanderesse d'avoir développé un nouveau procédé permettant d'optimiser les procédés connus, notamment avec la prise en compte de l'adsorption compétitive entre la matière organique naturelle (MON) et les micropolluants par le charbon ainsi que le maintien d'une charge constante et d'un âge du

charbon actif sous forme de micro-grains stable dans le réacteur.

- [0008] Le procédé selon l'invention permet ainsi d'améliorer les performances de traitement tout en limitant la quantité de charbon nécessaire pour atteindre les objectifs d'élimination des micropolluants. Le procédé selon l'invention permet en outre de diminuer les quantités d'eau nécessaire à la préparation du charbon et donc d'en réduire l'impact tant sur le coût du mètre cube d'eau traitée que sur l'environnement.
- [0009] Une particularité du procédé selon l'invention est aussi de fonctionner sans apport d'eau additionnelle. Il s'agit d'un atout majeur dans un contexte d'économie des ressources naturelles.
- [0010] Le procédé selon l'invention présente en outre l'avantage de pouvoir être mis-en-œuvre dans un environnement dans lequel aucune source d'eau potable ne serait disponible.
- [0011] Le procédé selon l'invention présente en outre les avantages :
- d'optimiser l'adsorption de chacun des polluants par le charbon, et particulièrement des micropolluants, est atteint à l'aide d'un procédé de traitement d'eau en vue de son épuration ou de sa potabilisation ;
 - de permettre une arrivée d'eau brute ou prétraitée suivant la place du réacteur dans la filière dépendant du type d'eau brute à traiter ;
 - d'avoir un impact plus prononcé sur l'eau à traiter, notamment grâce à la boucle de recirculation ;
 - de limiter les consommations d'eau et l'énergie, notamment grâce à la boucle d'enrichissement qui permet d'enrichir l'eau à traiter avec du charbon sans dilution préalable ;
 - de ne pas utiliser d'eau additionnelle, notamment lors de l'injection de charbon actif sur la boucle d'enrichissement, par exemple par hydro-éjecteur ;
 - de permettre de maintenir la charge de charbon dans le réacteur, notamment grâce à l'extraction de charbon usagé, sur la boucle de recirculation ; ladite extraction pouvant être asservie à une sonde MES placée dans le réacteur au sein du lit de charbon ;
 - de favoriser la décantation des grains de charbon, notamment grâce à des modules lamellaires en partie supérieure du réacteur et, ainsi, le maintien d'un lit de charbon en partie basse du réacteur et la non-perte de charbon en surverse d'ouvrage ;
 - de garantir l'absence de départ de charbon dans l'eau traitée, notamment grâce à une mesure de turbidité en sortie de réacteur ;
 - de limiter la zone ATEX à l'endroit où la partie de l'eau est enrichie en charbon actif.
- [0012] Le procédé selon l'invention permet notamment d'obtenir des abattements supérieurs ou égaux à 50 % sur le Carbone Organique Dissous (COD), dépendant du taux de charbon actif neuf et de l'âge du charbon dans le réacteur. Les abattements en

pesticides et micropolluants émergents sont également élevés et fonction de la dose de charbon injectée et de la charge en charbon dans l'ouvrage. Par exemple, on peut obtenir des abattements supérieurs à 80% sur des molécules comme la carbamazépine ou le diclofénac, des abattements supérieurs à 90% pour le paracétamol ou les pesticides de la famille des phénylurées et triazines.

- [0013] Un objet de l'invention est un procédé de traitement d'eau comprenant les étapes :
- a) distribution d'une eau à traiter dans un réacteur, une partie de ladite eau à traiter ayant préalablement été enrichie en charbon actif avant distribution dans le réacteur,
 - b) traitement de l'eau distribuée en a) dans le réacteur, et
- obtention d'une eau traitée.
- [0014] Avantageusement, le procédé selon l'invention ne nécessite aucun apport d'eau additionnelle, c'est-à-dire que sa mise en œuvre peut se faire uniquement avec comme source d'approvisionnement en eau, l'eau à traiter.
- [0015] On entend par « eau à traiter », de l'eau non potable, qui peut être d'origine variée. Il peut s'agir d'eau de surface, d'eau souterraine ou d'eau issue d'une station d'épuration.
- [0016] On entend par « eau de surface », une eau issue de rivières, lacs, étangs, retenues. Les différentes eaux de surfaces peuvent avoir une composition très variable sur l'ensemble des paramètres du Code de la Santé, notamment contenant en permanence de la matière organique naturelle (MON) et micropolluants à des concentrations pouvant être importantes.
- [0017] On entend par « eau souterraine », une eau issue de puits ou forages ayant une composition stable avec notamment des teneurs en MON faibles mais, lorsque présents, des teneurs en micropolluants stables pouvant être élevées.
- [0018] On entend par « eau issue d'une station d'épuration », une eau ayant subi l'ensemble de la chaîne de traitement avant rejet au milieu naturel. Les concentrations en matière organique et micropolluants peuvent être très élevées.
- [0019] Avantageusement, la partie de l'eau à traiter enrichie en charbon actif peut représenter de 2,4 à 12 %, de préférence de 4 à 8 %, de l'eau distribuée dans le réacteur. L'eau distribuée peut ainsi être séparée en deux parties préalablement à son introduction dans le réacteur. Une première partie de cette eau à traiter est dirigée directement dans le réacteur sans être enrichie en charbon actif, tandis qu'une seconde partie circule dans une boucle d'enrichissement, dans laquelle l'eau est enrichie en charbon actif. Les première et deuxième parties peuvent être réunies avant l'entrée dans le réacteur.
- [0020] Dans la présente invention, lorsqu'un intervalle est donné, les bornes sont comprises dans l'intervalle. Par exemple, dans l'intervalle « de 2,4 à 12 % », les valeurs 2,4 et 12 sont comprises dans l'intervalle.
- [0021] On entend par « eau enrichie en charbon actif », une eau comprenant du charbon actif

en suspension.

- [0022] Avantageusement, la première et la seconde partie de l'eau à traiter peuvent être administrées dans le réacteur séparément ou après avoir été réunies. Lorsqu'elles sont administrées après avoir été réunies, les première et deuxième parties d'eau à traiter sont mélangées préalablement à leur administration dans le réacteur.
- [0023] Avantageusement, la partie de l'eau à traiter peut être enrichie en charbon actif dans une boucle d'enrichissement. De préférence le charbon actif peut être injecté dans la partie de l'eau à traiter au moyen d'un hydro-éjecteur. On entend par « hydro-éjecteur », un dispositif d'aspiration d'eau, utilisant un fluide sous pression (de l'eau) afin de créer un effet Venturi, et donc une aspiration. L'eau est aspirée et entraîne avec elle du charbon actif en suspension.
- [0024] Avantageusement, le charbon actif peut être sous forme de micro-grains, lesdits micro-grains peuvent avoir un diamètre moyen allant de 300 à 600 μm . Les micro-grains peuvent avoir une taille effective allant de 220 μm à 400 μm (de 0,22 à 0,40 mm).
- [0025] Avantageusement, le procédé selon l'invention fonctionne en continu ou semi-continu. Les étapes du procédé peuvent se produire simultanément. Le réacteur fonctionne en continu lorsque les filières de traitement tournent 24h/24. La majorité des usines de traitement d'eau potable produisent de l'eau en fonction de la demande en aval et ne tournent pas 24h/24. Elles fonctionnent donc préférentiellement de façon semi-continue.
- [0026] Avantageusement, le procédé selon l'invention peut comprendre en outre une étape c) d'extraction d'une partie du charbon actif usagé du réacteur. De préférence, l'extraction peut être réalisée au moyen d'une boucle de recirculation comprenant un moyen d'extraction. De l'eau issue du réacteur et comprenant du charbon actif usagé en suspension est aspirée dans la boucle de recirculation. Le charbon actif est ensuite extrait par le moyen d'extraction. L'eau extraite est ensuite réintroduite dans le réacteur. L'eau extraite réintroduite peut être mélangée ou non à l'eau à traiter administrée à l'étape a).
- [0027] Avantageusement, lors de la mise en œuvre du procédé, la quantité de charbon actif dans le réacteur peut être régulée. La quantité de charbon actif dans le réacteur peut ainsi être régulée par ajustement des quantités de charbon extraites à l'étape c) et introduites de l'étape a). De préférence, la concentration en charbon actif dans le réacteur est maintenue dans un intervalle allant de préférence de 200 et 600 g/l.
- [0028] Avantageusement, la concentration en charbon actif dans le réacteur peut être mesurée en gramme de charbon par litre d'eau dans la partie de réacteur occupée par le charbon au repos, après décantation. On peut par exemple prélever à intervalle régulier, lorsque le réacteur est à l'arrêt, un litre d'eau dans la partie contact du réacteur

et ensuite le peser.

- [0029] On entend par « partie contact », la fraction de volume du réacteur dans laquelle l'eau est en contact avec le charbon. La hauteur de la partie contact est définie comme la hauteur entre le radier du réacteur et la hauteur maximum du lit de charbon en expansion (il s'agit généralement de l'extrémité inférieure des lamelles de décantation lorsqu'elles sont présentes en partie supérieure du réacteur, ou bien de l'ordre de 1 m sous la sortie du réacteur en l'absence desdites lamelles). La hauteur maximum du lit de charbon en expansion dépend de l'expansion du charbon choisi, ladite expansion étant une valeur connue et donnée par le fabricant de charbon actif.
- [0030] On entend par « temps de contact », le calcul du volume du charbon actif au repos (après décantation) sur le débit d'entrée dans le réacteur.
- [0031] Avantagement, le temps de contact peut être compris dans un intervalle allant de 5 à 20 minutes.
- [0032] On entend par « vitesse ascensionnelle », le rapport entre le débit d'entrée et la surface du radier du réacteur.
- [0033] Avantagement, la vitesse ascensionnelle peut être comprise dans un intervalle allant de 10 à 30 m/h.
- [0034] Avantagement, avant la mise en œuvre du procédé, le réacteur peut comprendre ou non du charbon actif. De préférence, la totalité du charbon actif introduit dans le réacteur est introduite au moyen de la partie de l'eau à traiter ayant été enrichie en charbon actif avant sa distribution dans le réacteur. Ainsi lors de la mise-en-route du procédé, le réacteur peut ne pas comprendre de charbon actif. Il est possible de contrôler l'enrichissement de la partie de l'eau à traiter ayant été enrichie en charbon actif de manière à atteindre une concentration en charbon actif dans le réacteur en la maintenant dans un intervalle allant de préférence de 200 et 600 g/l (concentration du lit de charbon mesurée au repos). Lors des phases dites de mise en route et d'arrêt du réacteur, la concentration en charbon actif peut être plus faible ou plus élevée.
- [0035] Avantagement, le procédé selon l'invention peut comprendre en outre une étape d) de mesure de la quantité de matières en suspension (MES) dans l'eau dans le réacteur. De préférence, la mesure de la quantité de matières en suspension (MES) dans l'eau dans le réacteur est réalisé au moyen d'une sonde type MES placée au sein du réacteur. On entend par sonde type MES, toute sonde ou capteur apte à mesurer la quantité de matières (solide) en suspension dans un liquide. La quantité de charbon actif dans le réacteur peut dépendre des mesures de la quantité de MES et permettre la régulation des apports en charbon neuf et extraction de charbon du réacteur. Par exemple, si la consigne est de maintenir une charge en charbon entre 300 et 400 g/l dans le réacteur, une concentration supérieure mesurée par la sonde MES entraînera une augmentation des extractions, une mesure inférieure à cette plage entraînera un

apport supplémentaire de charbon neuf.

[0036] Avantageusement, le procédé selon l'invention peut comprendre en outre une étape préalable de prétraitement de l'eau à traiter, de préférence réalisée avant l'étape a). Par exemple, cette étape préalable peut être mise en œuvre lors du traitement des eaux de surface en eau potable. L'étape de prétraitement peut comprendre une étape de coagulation, une étape de floculation, une étape de décantation et/ou une étape de filtration. De préférence, le prétraitement peut comprendre au moins une étape de coagulation, de floculation, de décantation et/ou de filtration. Tout type de coagulant (par exemple chlorure ferrique et/ou polychlorure d'aluminium) ou de floculant (par exemple des polymères anioniques ou non ioniques) habituellement utilisé dans le cadre du traitement de l'eau peut être utilisé.

[0037] Avantageusement, le procédé selon l'invention peut comprendre en outre une étape e) de mesure de la turbidité de l'eau traitée. De préférence, une partie de l'eau traitée dans le réacteur peut circuler dans une boucle de turbidimétrie. La boucle de turbidimétrie peut comprendre une sonde, un moyen d'affichage, un moyen de prélèvement (par exemple une vanne ou une pompe d'échantillonnage) et une boucle de circulation avec chambre de mesure intégrée à l'appareil ou chambre de mesure avec sonde. La valeur de mesure lue par l'appareil peut déclencher une alarme ou un arrêt d'usine sur des seuils fixés par l'opérateur.

[0038] L'invention se rapporte en outre à un dispositif de mise en œuvre du procédé selon l'invention.

[0039] Un objet de l'invention est un dispositif de traitement d'eau comprenant :

- une entrée en eau à traiter,
- un moyen de distribution,
- une boucle d'enrichissement, de préférence connectée au moyen de distribution,
- un réacteur, de préférence comprenant un moyen de mesure de la quantité de matière en suspension dans l'eau dans le réacteur,
- un moyen d'extraction, de préférence intégré sur une boucle de recirculation,
- un mélangeur,
- optionnellement, le réacteur comprend un moyen de séparation, de préférence des lamelles de décantation,
- optionnellement, une boucle de turbidimétrie, et
- une sortie en eau traitée.

[0040] Avantageusement, l'entrée d'eau à traiter peut être une simple canalisation et peut comprendre au moins une vanne. L'entrée d'eau à traiter 1 peut comprendre au moins une vanne. L'entrée d'eau à traiter 1 est reliée au moyen de distribution 2.

[0041] On entend par « relié », une connexion directe ou indirecte entre deux éléments du dispositif.

- [0042] Avantageusement, le moyen de distribution peut être un piquage sur la conduite principale d'entrée d'eau à traiter. Le moyen de distribution peut comprendre une vanne de réglage pouvant comprendre un débitmètre. Le débitmètre peut être un débitmètre à flotteur. Le moyen de distribution 2 peut être relié à l'entrée d'eau à traiter 1, à la boucle d'enrichissement 3 et au réacteur 4, directement ou via un mélangeur 5.
- [0043] Avantageusement, la boucle d'enrichissement comprend au moins une vanne et un hydro-éjecteur, comprenant une entrée en poudre (charbon actif). Le fonctionnement d'un hydro-éjecteur est connu : la partie de l'eau est mise en circulation dans une tuyauterie qui subit une réduction de diamètre afin de provoquer une accélération de l'eau (alors appelée fluide transporteur). Cette accélération à l'aplomb de l'entrée de poudre permet de créer une dépression favorisant l'introduction de la poudre dans le fluide transporteur tout en limitant la poussière. La trémie se trouvant au-dessus de l'hydro-éjecteur est généralement équipée d'une couronne de mouillage permettant une phase de contact plus rapide entre la poudre et le fluide transporteur. L'hydro-éjecteur peut comprendre un ou plusieurs pressostats en amont et/ou en aval, un ou plusieurs capteurs de mesure et/ou une ou plusieurs vannes de régulation de débit. La boucle d'enrichissement 3 peut être reliée au moyen de distribution 2 et au réacteur 4, directement ou via un mélangeur 5. La boucle d'enrichissement 3 peut comprendre un hydro-éjecteur 13 comprenant une entrée en charbon actif 14. La boucle d'enrichissement peut passer dans une zone de stockage de charbon en micro-grains (i.e. la jupe du silo dans lequel le charbon est stocké). Ceci a pour avantage de confiner la zone ATEX à la jupe du silo.
- [0044] Avantageusement, le réacteur peut être un réacteur continu ou semi-continu. Il peut s'agir d'un ouvrage parallélépipédique dont la hauteur est supérieure à la longueur et la largeur. Le réacteur 4 peut être relié à la boucle d'enrichissement 3 et au moyen de distribution 2, ou bien au mélangeur 5. Le réacteur 4 peut être relié à la boucle de recirculation 6. Le réacteur peut être relié à la boucle de turbidimétrie 11. Le réacteur peut comprendre une sonde MES 7. Le réacteur peut être relié à la sortie en eau traitée 8.
- [0045] Avantageusement, le réacteur peut comprendre un moyen de séparation. Le moyen de séparation peut de préférence être un décanteur tel que des lamelles de décantations. Les lamelles de décantation 9 peuvent être situées dans la partie haute du réacteur en-dessous de la sortie de l'eau traitée.
- [0046] Avantageusement, le moyen d'extraction peut être une pompe ou une vanne automatique. Le moyen d'extraction peut comprendre une pompe, un ensemble de vannes, un hydro-cyclone avec retour de l'eau sur la boucle de recirculation.
- [0047] Avantageusement, le moyen d'extraction 10 est intégré dans une boucle de recirculation 6. La boucle de recirculation 6 peut être reliée au réacteur 4 et à l'entrée en eau à traiter, au mélangeur 5 ou au moyen de distribution 2. La boucle de recirculation

6 peut comprendre une sortie en charbon usagé 12.

- [0048] Avantageusement, le dispositif peut comprendre une boucle de turbidimétrie. La boucle de turbidimétrie peut comprendre une pompe, un ensemble de vannes, une chambre de mesure, une sonde de turbidité, un afficheur, un transmetteur. La boucle de turbidimétrie 11 peut être reliée au réacteur 4.
- [0049] Avantageusement, la sortie en eau traitée peut comprendre au moins une vanne. La sortie d'eau à traiter 8 peut être reliée au réacteur 4.
- [0050] L'invention se rapporte aussi à une utilisation du dispositif selon l'invention pour traiter de l'eau de surface, de l'eau souterraine ou de l'eau issue d'une station d'épuration.
- [0051] [fig.1] La [fig.1] représente un dispositif selon l'invention. Le dispositif comprend :
- une entrée en eau à traiter 1,
 - un moyen de distribution 2,
 - une boucle d'enrichissement 3 comprenant un hydro-éjecteur 13, ledit hydro-éjecteur étant muni d'une entrée en charbon actif 14,
 - un mélangeur 5,
 - un réacteur 4 comprenant une sonde MES 7, un moyen de séparation 9 comprenant des lamelles de décantation et une boucle de turbidimétrie 11,
 - une boucle de recirculation 6 comprenant un moyen d'extraction 10 et une sortie en charbon usagé 12, et
 - une sortie en eau traitée 8. E1 et E2 représentent les positions respectives dans lesquelles sont introduits l'eau à traiter et le charbon actif et S1 et S2 représentent les positions respectives par lesquelles sont extraits l'eau traitée et le charbon usagé.
- [0052] L'invention sera davantage comprise au travers de l'exemple suivant, non limitatif.
- [0053] Le dispositif utilisé est celui représenté sur la [fig.1]. Il comprend notamment un réacteur à lit fluidisé, une boucle d'enrichissement avec hydro-éjecteur, une sonde MES de type Turbimax ou Solitax, une pompe d'extraction à lobes, à rotor excentré ou préférentiellement de type péristaltique, un turbidimètre en sortie.
- [0054] Le réacteur est un réacteur pilote alimenté par une eau de surface. Cette eau est connue comme pouvant contenir de la matière organique et des micropolluants, notamment des pesticides tels que DEA (déséthylatrazine), diuron et isoproturon, des résidus médicamenteux tels que paracétamol, carbamazépine et diclofénac et de la caféine.
- [0055] Le débit d'entrée du système pilote est de 1 m³/h. La partie de l'eau circulant dans la boucle d'enrichissement représente 5 % de l'eau administrée dans le réacteur. Le charbon utilisé a un diamètre moyen de grains de 600 µm et une densité de 0,48 g/cm³. Le taux de charbon actif neuf est de 15 g/m³. La concentration en charbon actif dans le réacteur est régulée pour être égale à 400 g/l. La vitesse ascensionnelle est de 12 m/h.

A cette vitesse le taux d'expansion du charbon utilisé est de 35%. Le temps de contact est de 8 minutes.

[0056] Ainsi, le réacteur utilisé pour cet exemple avait un diamètre de 32,5 cm pour une hauteur de charbon au repos de 1,60 m et une hauteur de charbon en expansion d'environ 2,15 m. La hauteur totale du réacteur était de 3,20 m.

[0057] On fait réaliser les analyses des différentes molécules citées ci-dessus de l'eau de surface et de l'eau épurée en sortie réacteur, par un laboratoire accrédité COFRAC.

[0058] Le procédé selon l'invention permet ainsi d'obtenir une élimination de 55% sur le COD, plus de 95% sur les molécules DEA, diuron et isoproturon, de plus de 84 % sur le diclofénac, de plus de 95% sur le paracétamol, de 87% sur la carbamazépine, de plus de 90% sur la caféine.

Revendications

- [Revendication 1] Procédé de traitement d'eau pour abattre les concentrations en matières organiques et en micropolluants comprenant les étapes :
- a) distribution d'une eau à traiter dans un réacteur, une partie de ladite eau à traiter ayant préalablement été enrichie en charbon actif avant distribution dans le réacteur,
 - b) traitement de l'eau distribuée en a) dans le réacteur, et obtention d'une eau traitée,
- dans lequel le charbon actif est sous forme de micro-grains, lesdits micro-grains ayant un diamètre moyen allant de 300 à 600 μm , et dans lequel la partie de l'eau à traiter est enrichie en charbon actif dans une boucle d'enrichissement, de préférence le charbon actif étant injecté dans la partie de l'eau à traiter au moyen d'un hydro-éjecteur.
- [Revendication 2] Procédé selon la revendication 1, dans lequel la partie de l'eau à traiter enrichie en charbon actif représente de 2,4 à 12 %, de préférence de 4 à 8 %, de l'eau distribuée dans le réacteur.
- [Revendication 3] Procédé selon l'une quelconque des revendications précédente, dans lequel le réacteur fonctionne en continu ou semi-continu.
- [Revendication 4] Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant en outre une étape c) d'extraction d'une partie du charbon actif usagé du réacteur, de préférence au moyen d'une boucle de recirculation comprenant un moyen d'extraction.
- [Revendication 5] Procédé selon la revendication précédente, dans lequel la quantité de charbon actif dans le réacteur est régulée, de préférence par ajustement des quantités de charbon extraites à l'étape c) et introduites de l'étape a), la concentration en charbon actif dans le réacteur allant de préférence de 200 et 600 g/l.
- [Revendication 6] Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant en outre une étape d) de mesure de la quantité de matières en suspension dans l'eau dans le réacteur, de préférence au moyen d'une sonde MES placée au sein du réacteur.
- [Revendication 7] Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant en outre une étape préalable de prétraitement de l'eau à traiter, de préférence le prétraitement comprend au moins une étape de coagulation, de floculation, de décantation et/ou de filtration.
- [Revendication 8] Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant en outre une étape e) de mesure de la turbidité de l'eau

traitée.

[Revendication 9]

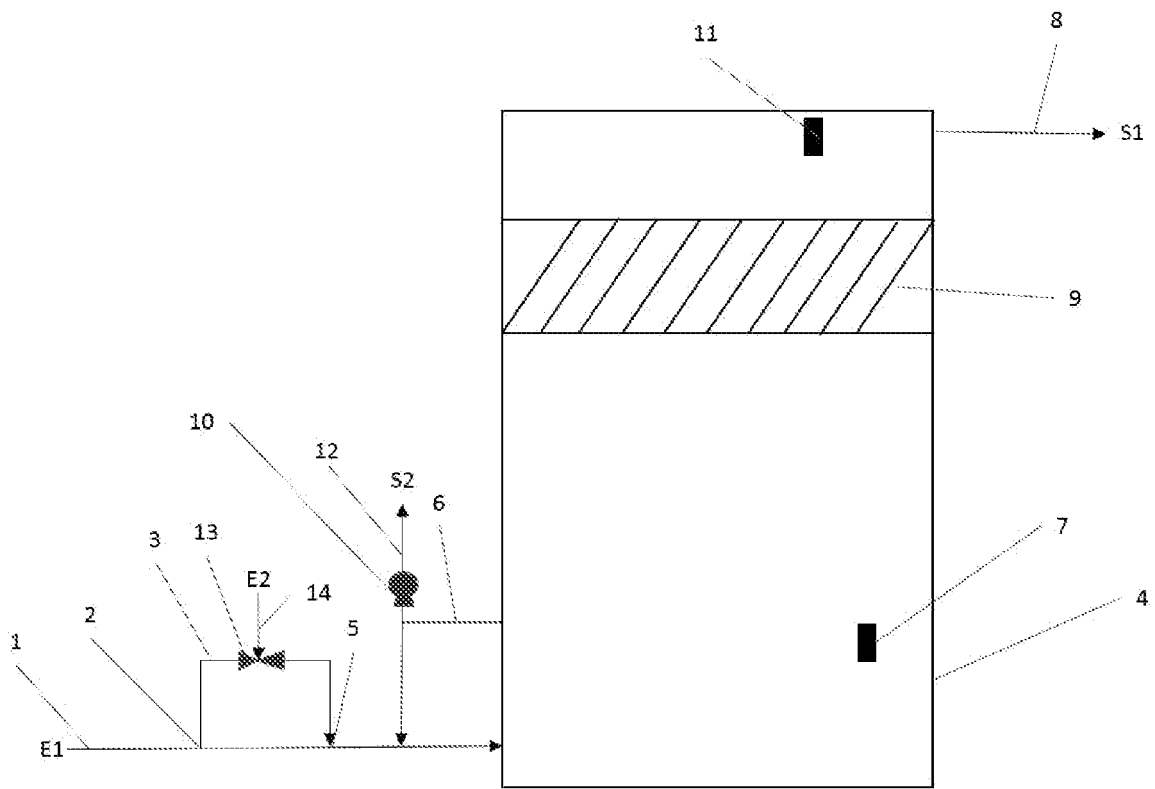
Dispositif de traitement d'eau comprenant :

- une entrée en eau à traiter (1),
- un moyen de distribution (2),
- une boucle d'enrichissement (3) comprenant un hydro-éjecteur (13), ledit hydro-éjecteur étant muni d'une entrée en charbon actif (14), reliée au moyen de distribution (2) et au réacteur (4) via un mélangeur (5),
- un mélangeur (5),
- un réacteur (4), de préférence comprenant un moyen de mesure de la quantité de matière en suspension (7) dans l'eau dans le réacteur,
- une boucle de recirculation (6) comprenant un moyen d'extraction (10) et une sortie en charbon usagé (12),
- optionnellement, le réacteur comprend un moyen de séparation (9), de préférence des lamelles de décantation,
- optionnellement, une boucle de turbidimétrie (11), et
- une sortie en eau traitée (8).

[Revendication 10]

Utilisation du dispositif selon la revendication précédente pour traiter de l'eau de surface, de l'eau souterraine ou de l'eau issue d'une station d'épuration selon le procédé de l'une quelconque des revendications 1 à 8.

[Fig. 1]



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

EP 3 395 766 A1 (SAUR [FR])
31 octobre 2018 (2018-10-31)

FR 3 015 467 A1 (SOURCES [FR])
26 juin 2015 (2015-06-26)

WO 2017/125603 A1 (SUEZ INT [FR])
27 juillet 2017 (2017-07-27)

US 2018/200648 A1 (SCOTT DAVID JAMES [CA]
ET AL) 19 juillet 2018 (2018-07-19)

FR 2 904 236 A1 (ISB WATER SARL [FR])
1 février 2008 (2008-02-01)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

NEANT

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT