

19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

11) N° de publication : **2 902 417**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

21) N° d'enregistrement national : **05 11084**

51) Int Cl⁸ : C 02 F 9/14 (2006.01), C 02 F 1/52

12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 28.10.05.

30) Priorité :

43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 21.12.07 Bulletin 07/51.

56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71) Demendeur(s) : OTV SA Société anonyme — FR.

72) Inventeur(s) : SAUVIGNET PHILIPPE, BANERJEE KASHI et BLUMENSCHEN CHARLES.

73) Titulaire(s) :

74) Mandataire(s) : CABINET PATRICE VIDON.

54) PROCÉDE ET INSTALLATION POUR LE TRAITEMENT DES EAUX INTEGRANT UN TRAITEMENT BIOLOGIQUE A BACTERIES FIXEES ET UNE FLOCCULATION-DECANTATION.

57) Procédé et installation de traitement d'eaux combinant successivement au moins une étape de traitement biologique par biomasse fixée d'au moins une partie de la pollution contenu dans lesdites eaux, l'écoulement épuré biologiquement obtenu à l'issue de cette étape contenant, avant son entrée dans l'étape suivante, moins de 2 mg/l de MES, et au moins une étape de floculation-décantation à floccs lestés selon laquelle on fait passer l'écoulement traité biologiquement dans une zone de mélange (2), préférentiellement selon un gradient de vitesse compris entre 10 s^{-1} et 1000 s^{-1} , dans laquelle sont injectés au moins un matériau granulaire insoluble plus dense que l'eau, et dans laquelle on laisse les matières en suspension s'agréger autour des particules dudit matériau granulaire; on fait passer l'écoulement sortant de la zone de mélange (2) dans une zone de décantation (3) dans laquelle on sépare un effluent clarifié et des boues de décantation mélangées à du matériau granulaire; on extrait le matériau granulaire des boues de décantation, et on en recycle l'essentiel dans ladite zone de mélange (2), on extrait les boues de décantation séparées du matériau granulaire.

FR 2 902 417 - A1



Procédé et installation pour le traitement des eaux intégrant un traitement biologique à bactéries fixées et une floculation-décantation.

La présente invention concerne le domaine du traitement des eaux.

Plus précisément, l'invention concerne principalement un procédé combinant un traitement biologique à bactéries fixées avec une clarification à floccs lestés, à grande vitesse, des eaux traitées biologiquement.

L'invention peut être utilisée pour le traitement de n'importe quelles eaux contenant des impuretés susceptibles d'être éliminées par un traitement biologique à bactéries fixées demandant une clarification après traitement biologique, telles que, notamment, sans préjudice d'un usage équivalent pour des applications similaires :

- les eaux usées traitées par un lit bactérien, dans lequel les bactéries traitantes sont fixées sur des supports fixes (galets, garnissages plastiques ou minéral) ou en rotation dans l'eau (disques ou tambours en rotation destinée à assurer l'apport d'oxygène nécessaire aux bactéries), dans le but d'enlever les boues excédentaires des eaux traitées biologiquement ;
- les eaux usées ou destinées à l'alimentation humaine traitées par un MBBR (Moving Bed Biological Reactor), dans lequel les bactéries destinées à traiter des pollutions notamment carbonées, ammoniacale ou sous forme de nitrates, sont fixées sur des supports de petite taille unitaire, typiquement entre quelques millimètres et quelques centimètres, de densité proche de celle de l'eau, dans le but d'enlever les boues excédentaires des eaux traitées biologiquement ;
- les eaux usées ou destinées à l'alimentation humaine traitées par biofiltration sur des filtres garnis d'un matériau de gros diamètre, permettant un nettoyage continu des excès de boues biologiques et de filtration, dans lequel les bactéries traitantes (notamment des pollutions carbonées, ammoniacale ou nitrates) sont fixées sur un massif support filtrant constitué de billes, cylindres perles, ou supports similaires dans le but d'enlever les boues excédentaires des eaux traitées biologiquement.

Dans l'état actuel de la technique, les eaux chargées en boues excédentaires produites par un procédé biologique à bactéries fixées fonctionnant en continu, du type lit bactérien ou MBBR, sont usuellement clarifiées dans un clarificateur secondaire classique fonctionnant à des vitesses de l'ordre du mètre
5 par heure (de 0.6 m/h environ à 2 m/h maximum usuellement) entraînant la nécessité de disposer de surfaces importantes pour assurer le travail de clarification nécessaire après le traitement biologique.

Il existe dans l'état de l'art une technique, décrite dans la demande de brevet français FR2719235 publiée le 3 novembre 1995, associant un traitement
10 par boues activées à un traitement de clarification par floculation décantation à floc lesté de sable fin, permettant de réaliser la clarification des eaux à des vitesses superficielles de décantation allant jusqu'à 6m/h et plus.

Cette technique, qui permet, grâce à l'utilisation de la décantation à floccs lestés, de réaliser la décantation dans des surfaces déjà réduites par un facteur de
15 l'ordre de 3 à 10, présente cependant l'inconvénient de nécessiter l'emploi de boues activées comme mode de traitement biologique.

En effet, les boues activées présentent divers types d'inconvénients.

En premier lieu, les boues activées nécessitent de clarifier l'ensemble de la masse bactérienne traitante, en suspension dans l'eau sortant du bassin de boues
20 activées, et de recirculer l'essentiel des boues de clarification afin de maintenir dans les bassins de boues activées la masse bactérienne nécessaire au traitement, ce qui nécessite usuellement de décanter un débit supérieur de l'ordre de deux fois au débit à traiter, compte tenu d'une recirculation de boues usuellement de l'ordre du débit à traiter, d'où la nécessité d'ouvrages de décantation de tailles
25 importantes ;

En second lieu, les exigences de décantabilité des boues activées nécessitent de limiter la concentration de boues activées dans le bassin à des valeurs de l'ordre de 3 à 6 g de Matière en Suspension (MES) par litre (et ceci même dans
30 le cas de la clarification à floccs lestés objet du brevet FR2719235, sauf à prévoir des taux de recirculation très importants et économiquement irréalistes) , ce qui

nécessite, compte tenu de la masse biologique nécessaire au traitement d'un flux de pollution donné, de grands volumes de bassin comparé aux volumes nécessaires lorsque la biomasse est fixée ;

Enfin, les grandes concentrations en matière sèche des eaux à décanter (3 à 6
5 g MES/l) nécessitent l'application de doses de réactif importantes (souvent plus de 1mg/l de polymère de floculation), sur des débits environ doublés, du fait de la recirculation des boues, d'où des consommations de réactifs importantes.

L'objectif principal de la présente invention est de résoudre ces problèmes en proposant un procédé de traitement d'eaux caractérisé en ce qu'il combine
10 successivement au moins une étape de traitement biologique par biomasse fixée d'au moins une partie de la pollution contenu dans lesdites eaux, l'écoulement épuré biologiquement obtenu à l'issue de cette étape contenant, avant son entrée dans l'étape suivante, moins de 2 mg/l de MES, et au moins une étape de floculation-décantation à floccs lestés selon laquelle :

15 on fait passer l'écoulement traité biologiquement dans une zone de mélange, préférentiellement selon un gradient de vitesse compris entre 10 s^{-1} et 1000 s^{-1} , dans laquelle sont injectés au moins un matériau granulaire insoluble plus dense que l'eau que l'on maintient en suspension, et dans laquelle on laisse au moins une partie des matières en suspension s'agréger autour des particules dudit
20 matériau granulaire,

on fait passer l'écoulement sortant de ladite zone de mélange dans une zone de décantation dans laquelle on sépare un effluent clarifié et des boues de décantation mélangées à du matériau granulaire,

25 on extrait le matériau granulaire des boues de décantation, et on en recycle l'essentiel dans ladite zone de mélange,

on extrait les boues de décantation séparées du matériau granulaire.

Par rapport à l'état de l'art boues activées, l'invention autorise un traitement biologique compact, du fait des fortes concentrations de biomasse permises par les procédés à biomasse fixée, tout en ne traitant en décantation secondaire qu'un
30 débit approximativement (aux recirculations éventuellement nécessaires au

lavage périodique du support de biomasse près) égal au débit à traiter, puisqu'il n'y a pas de nécessité de recirculation de boues, les bactéries nécessaires au traitement étant fixées sur leur support, ce qui diminue la taille des installations de décantation par un premier facteur de réduction.

5 Le procédé selon l'invention permet de plus de traiter en décantation secondaire à des vitesses « au miroir » (débit traité divisé par surface de décantation) importantes, comprises entre 15 m/h et plus de 100 m/h.

Le procédé selon l'invention permet aussi de diminuer les quantités de polymère floculant utilisées, du fait de la plus faible quantité de MES à flocculer
10 (seules la biomasse excédentaire est à traiter, soit des concentrations inférieures à 2 g/l, usuellement inférieures même à 1 g/l) et du fait que seul le débit d'eau brute, approximativement, est traité (puisque l'invention ne met pas en oeuvre de recirculation des boues doublant le débit à traiter).

Préférentiellement, ladite étape de traitement biologique par biomasse fixée
15 est choisie parmi les types de traitements biologiques suivants : lit bactérien, Moving Bed Biological Reactor (MBBR), biofiltre.

Egalement préférentiellement, ladite biomasse est fixée sur un support choisi entre les types suivants : billes, galets, plaques, rubans, anneaux de type pall, raschig ou similaire, disques ou tambours, ces supports pouvant être soit fixes
20 soit mobiles, ou en suspension dans l'eau à traiter.

Avantageusement, la concentration en MES de l'écoulement traité biologiquement obtenu à l'issue de ladite étape de traitement biologique est inférieure à 1g/l.

Egalement avantageusement, le procédé selon l'invention comprend une
25 étape consistant à injecter au moins un réactif floculant dans ladite zone de mélange.

Préférentiellement, le procédé selon l'invention comprend aussi au moins une étape consistant à injecter au moins un réactif coagulant en amont dudit réactif floculant. Ce réactif coagulant peut se présenter sous forme d'un sel
30 métallique (comme par exemple le chlorure de fer ou le sulfate d'aluminium) ou

sous forme d'un coagulant organique (comme les polyDADMAC (polydiallyldimethylammonium chloride)).

5 Une telle injection de réactif coagulant minéral tel que le chlorure ferrique permet d'abattre la teneur des eaux traitées à des valeurs finales de phosphore résiduel très basses, inférieures au milligramme par litre, et ceci sans gêner la croissance de la biomasse, puisque le phosphore est abattu après le traitement biologique. De plus, il est possible de recirculer une partie des boues en amont ou dans la zone de mélange afin d'améliorer l'élimination du phosphore et d'optimiser l'utilisation du réactif coagulant injecté, voire diminuer sa
10 consommation.

Enfin, également préférentiellement, le temps de séjour dudit écoulement traité biologiquement dans ladite zone de mélange est compris entre 1 et 10 minutes et est préférentiellement, de moins de 3 minutes.

15 La présente invention concerne également une installation de traitement biologique des eaux usées spécialement conçue pour la mise en œuvre du procédé décrit ci-dessus caractérisée en ce qu'elle présente :

- une zone de traitement biologique par biomasse fixée comportant au moins un réacteur de traitement biologique,
- une zone de mélange munie d'au moins une voie principale d'arrivée de l'écoulement traité biologiquement obtenu à la sortie de ladite zone de traitement biologique, d'au moins une voie secondaire d'arrivée connectée à
20 une source de matériau granulaire insoluble dans l'eau et plus dense que l'eau et d'au moins un système d'agitation ;
- une zone de décantation recevant l'écoulement provenant de ladite zone de mélange, et munie d'une voie d'extraction d'effluent clarifié et d'une voie
25 d'extraction du mélange de boues et de matériau granulaire décantés,
- une zone de récupération du matériau granulaire communicant en entrée avec ladite voie d'extraction du mélange de boues et de matériau granulaire décantés, et communicant en sortie avec ladite voie secondaire d'arrivée de
30 matériau granulaire et avec une voie d'extraction de boues en excès.

Préférentiellement, ladite zone de traitement biologique est du type lit bactérien, MBBR ou biofiltre.

5 Egaleme^{nt} préférentiellement, ladite zone de traitement biologique comprend des supports de biomasse choisis parmi les types suivants : billes, galets, plaques, rubans, anneaux de type pall, raschig ou similaire, disques ou tambours.

Avantageusement, ladite zone de mélange comporte au moins une cuve dans laquelle est implantée au moins un moyen d'agitation adapté à maintenir le matériau granulaire en suspension.

10 Egaleme^{nt} avantageusement, l'installation selon la présente invention comprend des moyens d'injection d'au moins un agent flocculant, tel qu'un polymère anionique ou cationique, dans ladite zone de mélange ou dans ladite voie principale d'arrivée dudit écoulement traité biologiquement.

15 Préférentiellement, ladite installation comprend des moyens d'injection d'au moins un agent coagulant, tels qu'un sel métallique ou un coagulant organique, prévus en amont desdits moyens d'injection dudit agent flocculant.

Egaleme^{nt} préférentiellement, ledit matériau granulaire est du sable de dimension comprise entre 40 micromètres et 300 micromètres.

Selon une variante de réalisation de l'invention, ladite zone de décantation est dépourvue de lamelles.

20 Selon une autre variante, ladite zone de décantation est équipée de lamelles.

L'invention, ainsi que les différents avantages qu'elle présente seront plus facilement compris grâce à la description qui va suivre d'une mode non limitatif de réalisation de celle-ci donné en référence à la figure unique qui représente schématiquement une installation combinant une étape de traitement biologique par RBC (Rotating Biological Contactors) avec une floculation décantation
25 lestée.

En référence à cette figure, les eaux à traiter entrent dans cette installation par une arrivée 11 dans une cuve délimitant une zone de traitement biologique 1 à cultures fixées.

Cette cuve est ici représentée équipée de contacteurs biologiques rotatifs réalisés par des disques verticaux montés sur un axe commun horizontal 12 en rotation, servant de support à la biomasse de traitement. On notera toutefois que tout autre mode de support de la biomasse connu de l'homme de l'art peut être
5 utilisé sans sortir du cadre de la présente invention.

L'air nécessaire au traitement biologique est ici amené au contact de la biomasse par la rotation des disques supports.

L'écoulement traité biologiquement dans cette cuve, qui ne contient plus que la biomasse en excès du traitement, soit moins de 1g/l de matières en suspension,
10 passe par un passage 21 dans une cuve délimitant une zone de mélange 2.

Ce passage 21, qui forme une voie principale d'arrivée de l'écoulement traité biologiquement est, dans le cadre du présent mode de réalisation, réduit à une simple ouverture dans une paroi commune séparant la cuve délimitant la zone de traitement biologique 1 de la cuve délimitant la zone de mélange 2.

Cette cuve délimitant la zone de mélange 2 est par ailleurs pourvue d'un agitateur 22 et d'une voie secondaire d'arrivée d'un matériau granulaire constitué par du sable constitué par la sousverse 41 d'un hydrocyclone 4.

Enfin cette cuve est munie de moyens d'injection 24 d'un réactif flocculant et de moyens d'injection 23 d'un réactif coagulant, qui peut être un sel de fer ou
20 d'aluminium, par exemple, ou encore un coagulant organique comme le polyDADMAC, prévu en amont de l'injection de réactif flocculant.

Il est à noter que le réactif coagulant peut permettre, suivant son type (préférentiellement du chlorure ferrique) et son dosage, d'éliminer les phosphates restant dans les eaux traitées biologiquement.

Les eaux traitées, contenant en suspension des floccs lestés de sable, sont alors dirigées par la chicane 34 vers une zone de décantation 3. Le mélange décanté de boues et de sable est ici repris par un racleur 31, et pompé par une voie d'extraction 35 vers l'hydrocyclone 4. Cet hydrocyclone 4 constitue une zone de récupération du matériau granulaire (sable) dont l'entrée communique avec la
25

voie d'extraction 35 et dont la sortie est constitué par la sousverse 41 formant la voie secondaire de matériau granulaire.

L'ensemble du sable est récupéré en sousverse 41 de l'hydrocyclone 4, et recyclé avec ou sans une partie des boues vers la zone de mélange 2, tandis que
5 l'essentiel des boues hydrocyclonnées est extrait par le circuit 42 vers une zone de traitement ou de stockage des boues (non représentée).

L'eau clarifiée est évacuée de la zone de décantation 3 en surface de celle-ci par une voie d'extraction 32 intégrant des goulottes 33.

L'installation décrite a été mise en œuvre pour traiter des eaux municipales.
10 Le sable utilisé présentait un diamètre effectif de 130 micromètres et une densité réelle de 2.65 . En tant que coagulant, on a utilisé du chlorure ferrique à raison de 50mg FeCl₃/l. Le floculant utilisé était un floculant anionique à raison de 1.5 mg/l. Un taux de recirculation du mélange sable/boue vers l'hydrocyclone de 8 % a été mis en œuvre avec un taux de sable en recirculation de 5 kg/m³
15 d'effluent sortant de la zone de traitement biologique 1.

Une vitesse de décantation au miroir, dans la zone de décantation, de 30m/h a concomitamment été mise en oeuvre

L'écoulement obtenu à la sortie de la cuve délimitant la zone de traitement biologique 1 obtenu contenait moins de 600mgMES/l. La mise en œuvre de cette
20 installation a permis d'obtenir une eau traitée présentant moins de 20mg MES/l.

Une perte en sable très faible, de moins de 3 grammes de sable par mètre cube d'eau traitée a été obtenue.

Le mode de réalisation de l'invention ici décrit n'a pas pour objet de réduire la portée de celle-ci.

REVENDICATIONS

1. Procédé de traitement d'eaux caractérisé en ce qu'il combine successivement au moins une étape de traitement biologique par biomasse fixée d'au moins
5 une partie de la pollution contenu dans lesdites eaux, l'écoulement épuré biologiquement obtenu à l'issue de cette étape contenant, avant son entrée dans l'étape suivante, moins de 2 mg/l de MES, et au moins une étape de floculation-décantation à floccs lestés selon laquelle :
 - 10 - on fait passer l'écoulement traité biologiquement dans une zone de mélange, préférentiellement selon un gradient de vitesse compris entre 10 s⁻¹ et 1000 s⁻¹, dans laquelle sont injectés au moins un matériau granulaire insoluble plus dense que l'eau que l'on maintient en suspension, et dans laquelle on laisse au moins une partie des matières en suspension s'agréger autour des particules dudit matériau granulaire,
 - 15 - on fait passer l'écoulement sortant de ladite zone de mélange dans une zone de décantation dans laquelle on sépare un effluent clarifié et des boues de décantation mélangées à du matériau granulaire,
 - on extrait le matériau granulaire des boues de décantation, et on en recycle l'essentiel dans ladite zone de mélange,
 - 20 - on extrait les boues de décantation séparées du matériau granulaire.
2. Procédé selon revendication 1 caractérisé en ce que ladite étape de traitement biologique par biomasse fixée est choisie parmi les types de traitements biologiques suivants : lit bactérien, Mobile Bed Bio Reactor (MBBR), biofiltre.
- 25 3. Procédé suivant revendication 1 ou 2 caractérisé en ce que ladite biomasse est fixée sur un support choisi entre les types suivants : billes, galets, plaques, rubans, anneaux de type pall, raschig ou similaire, disques ou tambours, ces supports pouvant être soit fixes soit mobiles, ou en suspension dans l'eau à traiter.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3 caractérisé en ce que la concentration en MES de l'écoulement traité biologiquement obtenu à l'issue de ladite étape de traitement biologique est inférieure à 1g/l.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il comprend une étape consistant à injecter au moins un réactif floculant dans ladite zone de mélange.
6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'il comprend au moins une étape consistant à injecter au moins un réactif coagulant en amont dudit réactif floculant.
7. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le temps de séjour dudit écoulement traité biologiquement dans ladite zone de mélange est compris entre 1 et 10 minutes et est préférentiellement, de moins de 3 minutes.
8. Installation de traitement des eaux pour la mise en œuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 caractérisée en ce qu'elle présente:
 - une zone de traitement biologique (1) par biomasse fixée comportant au moins un réacteur de traitement biologique,
 - une zone de mélange (2), comportant une ou plusieurs cuves, munie d'au moins une voie principale d'arrivée (21) de l'écoulement traité biologiquement obtenu à la sortie de ladite zone de traitement biologique (1), d'au moins une voie secondaire d'arrivée (41) connectée à une source de matériau granulaire insoluble dans l'eau et plus dense que l'eau et d'au moins un système d'agitation (22) ;
 - une zone de décantation (3) recevant l'écoulement provenant de ladite zone de mélange, et munie d'une voie d'extraction d'effluent clarifié (32) et d'une voie d'extraction (35) du mélange de boues et de matériau granulaire décantés,
 - une zone de récupération (4) du matériau granulaire communicant en entrée avec ladite voie d'extraction (35) du mélange de boues et de matériau granulaire décantés, et communicant en sortie avec ladite voie secondaire

d'arrivée (41) de matériau granulaire et avec une voie d'extraction (42) de boues en excès.

9. Installation selon la revendication 8, caractérisée en ce que ladite zone de traitement biologique (1) est du type lit bactérien, MBBR ou biofiltre.
- 5 10. Installation selon la revendication 9, caractérisée en ce que ladite zone de traitement biologique (1) comprend des supports de biomasse choisis parmi les types suivants : billes, galets, plaques, rubans, anneaux de type pall, raschig ou similaire, disques ou tambours.
- 10 11. Installation selon l'une quelconque des revendications 8 à 10, caractérisée en ce que ladite zone de mélange (2) comporte au moins une cuve dans laquelle est implantée au moins un moyen d'agitation (22) adapté à maintenir le matériau granulaire en suspension.
- 15 12. Installation selon l'une quelconque des revendications 8 à 11, caractérisée en ce qu'elle comprend des moyens d'injection (24) d'au moins un agent flocculant, tel qu'un polymère anionique ou cationique, dans ladite zone de mélange ou dans ladite voie principale d'arrivée dudit écoulement traité biologiquement.
- 20 13. Installation selon la revendication 12, caractérisée en ce qu'elle comprend des moyens d'injection (23) d'au moins un agent coagulant, tels qu'un sel métallique ou un coagulant organique, prévus en amont desdits moyens d'injection dudit agent flocculant.
- 25 14. Installation selon l'une quelconque des revendications 8 à 13, caractérisée en ce que ledit matériau granulaire est du sable de dimension comprise entre 40 micromètres et 300 micromètres.
- 30 15. Installation de traitement d'eau suivant l'une quelconque des revendications 8 à 14, caractérisée en ce que ladite zone de décantation est dépourvue de lamelles.
16. Installation de traitement d'eau suivant l'une quelconque des revendications 8 à 14, caractérisée en ce que ladite zone de décantation (3) est équipée de lamelles.

1/1

