

(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
5 janvier 2006 (05.01.2006)

PCT

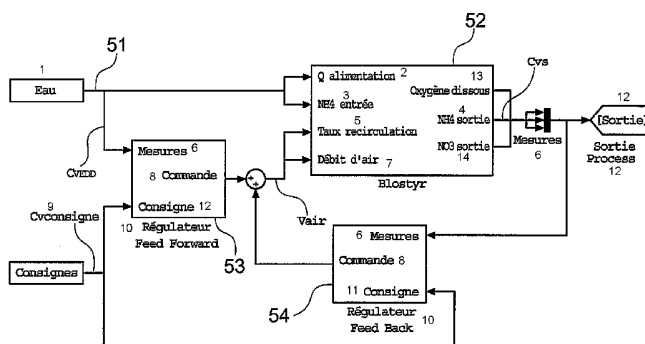
(10) Numéro de publication internationale
WO 2006/000680 A1

- (51) Classification internationale des brevets⁷ : **C02F 3/00**
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2005/001320
- (22) Date de dépôt international : 27 mai 2005 (27.05.2005)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
0405970 2 juin 2004 (02.06.2004) FR
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **OTV SA** [FR/FR]; Immeuble L'Aquarène, 1, Place Montgolfier, F-94417 Saint-Maurice Cedex (FR).
- (72) Inventeurs; et
- (75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) :
LEMOINE, Cyrille [FR/FR]; 9, rue Jean Moulin, F-92400 Courbevoie (FR). **PAYRAUDEAU, Michèle** [FR/FR]; 6, rue Michel de Bourges, F-75020 Paris (FR).
- (74) Mandataire : **LARCHER, Dominique**; Cabinet Vidon, 16B, rue de Jouanet, BP 90333, F-35703 Rennes Cedex 7 (FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD FOR TREATING WATERS BY MEANS OF A BIOLOGICAL REACTOR IN WHICH THE SPEED OF CONTINUOUSLY INJECTABLE AIR IS ADJUSTABLE AND CORRESPONDING DEVICE

(54) Titre : PROCÉDE DE TRAITEMENT D'EAUX A L'AIDE D'UN REACTEUR BIOLOGIQUE, DANS LEQUEL LA VITESSE D'AIR INJECTE EN CONTINU DANS LE REACTEUR EST REGULEE, ET DISPOSITIF CORRESPONDANT



- 1 WATER
- 2 FEEDING
- 3 NH₄ INPUT
- 4 NH₄ OUTPUT
- 5 RECIRCULATION RATE
- 6 MEASUREMENTS
- 7 AIR FLOWRATE
- 8 CONTROL
- 9 CV INSTRUCTION
- 10 REGULATOR
- 11 INSTRUCTION(S)
- 12 OUTPUT
- 13 DISSOLVED OXYGEN
- 14 NO₃ OUTPUT

(57) Abstract: The invention relates to a method for treating waters with the aid of a biological reactor for fighting against nitrogenous pollution which is called input load and contained in said waters, wherein the reactor comprises a biomass ventilate by injected air. The inventive method involves at least one injected air speed adjustment stage and consists in continuously measuring said input N-NH₄(Cv<SB>EDD</SB>) load contained in the waters, wherein said measured input load is in particularly weighted by a time offset in such a way that the time-dependent speed control of the injectable air is derived.

[Suite sur la page suivante]

WO 2006/000680 A1



SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(57) Abrégé : L'invention a pour objet un procédé de traitement d'eaux, à l'aide d'un réacteur biologique en vue d'abattre la pollution azotée, dite charge entrante, contenue dans lesdites eaux, ledit réacteur intégrant une biomasse aérée par injection d'air, ledit procédé incluant au moins une étape de régulation de la vitesse dudit air injecté, caractérisé en ce qu'il comprend une mesure en continu de ladite charge entrante en $N-NH_4$ (C_{VEDD}) contenue dans lesdites eaux, ladite charge entrante mesurée étant notamment pondérée par un décalage temporel pour en déduire une commande de la vitesse dudit air à injecter en fonction du temps.

Procédé de traitement d'eaux à l'aide d'un réacteur biologique, dans lequel la vitesse d'air injecté en continu dans le réacteur est régulée, et dispositif correspondant.

La présente invention concerne le domaine du traitement de l'eau. Plus précisément, l'invention se rapporte aux traitements des effluents urbains ou industriels par un procédé d'élimination de la pollution azotée et carbonée grâce à une biomasse en culture libre ou fixée sur un matériau solide.

Une technique classique de dépollution des eaux met en œuvre un réacteur biologique tel qu'un biofiltre ou une boue activée.

Selon cette technique, le réacteur est aéré pour assurer le traitement de la pollution. L'art antérieur repose le plus souvent sur deux phases de traitement distinctes, l'une nécessitant de l'oxygène, la nitrification (N), et l'autre son absence, la dénitrification (DN). Ces deux phases du processus peuvent être réalisées soit dans un seul réacteur avec des périodes d'aération puis de non aération (aération séquencée), soit dans un réacteur muni de deux compartiments spécifiques (l'un aéré en continu, l'autre jamais).

L'invention consiste à réaliser ces deux réactions antagonistes (Nitrification/Dénitrification) simultanément dans le même réacteur sans compartimentation spécifique dédiée à l'une ou l'autre des réactions et avec une aération permanente. Cependant, le niveau de cette aération doit être correctement maîtrisé car plus l'oxygène disponible dans le réacteur est en excès, plus la dénitrification est inhibée et vice et versa.

Ainsi le rendement global du procédé de dépollution dépend directement de l'ajustement de l'aération.

Dans les procédés de l'art antérieur, afin d'ajuster l'aération de la biomasse en fonction de la pollution à traiter, on effectue généralement des mesures de paramètres donnés dans le réacteur, ou en sortie de celui-ci. Ils ont pour but de déterminer l'état du système à un instant précis. A partir de cet état, une commande de débit de gaz est calculée puis appliquée. Il s'agit, le plus souvent d'une mesure d'ammonium, de nitrates, de potentiel d'oxydoréduction

ou de l'oxygène dissous... D'autres paramètres, que l'on peut nommer « composites » sont aussi utilisés. Il s'agit de combinaisons linéaires des variables mesurées.

Ainsi, dans le cadre de la conduite de procédé en traitement des eaux résiduaires urbaines, l'indicateur de charge polluante (masse de N-NH₄ en kilogramme par mètre cube de réacteur aéré et par jour) a déjà été validé comme une donnée utile à la conduite.

En effet, la demande de brevet publiée sous le numéro WO 01/02306 A1 définit un estimateur de cette charge polluante à partir des mesures de conductivité et de turbidité.

Cependant, il s'agit d'une estimation et non d'une mesure directe. Or dans le cas d'une régulation qui nécessite un degré de précision élevée, il n'est pas possible d'utiliser de tels outils.

Une des justifications de l'utilisation de tels estimateurs tient au coût d'achat et d'entretien des analyseurs spécifiques. On comprend donc que ce faible coût est accompagné de performances très limitées.

Actuellement, on distingue dans l'état de la technique différents types de stratégies de régulation.

Selon l'une de ces stratégies de régulation, on calcule le rendement d'utilisation par la biomasse de l'oxygène distribué « Ct » pour réguler le débit de gaz. Ceci est décrit par le brevet publié sous le numéro FR2 764 817.

Cette technique nécessite l'emploi d'un Ct de référence qui lui-même dépend de la pollution à traiter. Or, la difficulté réside dans le fait que la charge polluante varie dans le temps et qu'il faut donc changer ce Ct de référence régulièrement afin qu'il soit toujours cohérent, ce qui en exclut l'application dans le cas d'effluent fortement variable.

D'autres techniques utilisent des combinaisons linéaires des variables d'entrées du système (ammonium, nitrates...) pour calculer la commande en débit d'air à appliquer, tel que décrit notamment dans la demande internationale publiée sous le numéro WO 93/07089.

Cependant, ces techniques s'appuient sur une modélisation empirique ou semi-empirique. Les fonctions de commande utilisées sont basées essentiellement sur les données issues de l'expérience des fonctionnements antérieurs. Si le modèle est désadapté du fait de l'évolution de la biomasse ou des performances du filtre, l'aération n'est alors plus optimale.

L'art antérieur a également proposé des systèmes de contrôle utilisant une boucle de régulation dite « Feedback/Feedforward » (ce qui peut se traduire par boucle de contre réaction/boucle de prise en tendance).

Selon une approche de ces systèmes, certains auteurs proposent des stratégies visant à piloter la concentration en oxygène dissous dans le réacteur biologique par l'utilisation d'une mesure d'ammonium en entrée.

Selon une autre approche, le concept de charge en ammonium à traiter est utilisé pour prédire l'évolution nécessaire de la consigne en oxygène dissous. La présente invention n'utilise pas la mesure d'oxygène dissous qui représente uniquement l'oxygène disponible mais pas celui nécessaire à la biomasse.

Selon encore d'autres techniques, la régulation du volume aéré s'appuie sur une compartimentation du réacteur (et non pas sur la régulation d'un débit ou d'une vitesse en gaz). Cependant, le caractère foncièrement discret (variation discontinue du volume aéré) de ce type de stratégie, incite les auteurs à toujours compléter leur système par une régulation de l'oxygène dissous.

Quoiqu'il en soit, la majeure partie des publications s'appuie sur des résultats issus de simulation (Activated Sludge Model) ou d'essais batch avec des eaux synthétiques.

En pratique, peu d'expériences à l'échelle pilote ou sur site ont été réalisées. En outre, les expériences conduites concernent quasi exclusivement des réacteurs biologiques à boues activées.

L'invention a notamment pour objectif de pallier les inconvénients et/ou insuffisances de l'art antérieur.

Plus précisément, l'invention a pour objectif de proposer un procédé de traitement des eaux mettant en œuvre un réacteur biologique, non

compartimenté, intégrant une biomasse aérée par une injection d'air continue dans lequel la commande de l'injection d'air est optimisée par rapport aux techniques de l'art antérieur.

En ce sens, l'invention a pour objectif de réaliser simultanément les étapes de nitrification et de dénitrification ainsi que l'abattement du carbone, dans une même enceinte et dans le même temps.

L'invention a également pour objectif de fournir un tel procédé qui soit efficace en toute circonstance, y compris lorsque la charge polluante des eaux à traiter présente des variations importantes au fil du temps.

L'invention a aussi pour objectif de fournir un tel procédé qui permette d'ajuster la commande d'air injecté en fonction des performances de la biomasse.

Un autre objectif de l'invention est de fournir un tel procédé qui permette d'envisager des retours sur investissement relativement rapides et des gains en exploitation. En ce sens, l'invention a pour objectif de proposer un tel procédé qui permette d'éviter les surcoûts d'exploitation engendrés par des pics de charges polluantes journaliers.

L'invention a encore pour objectif de fournir un tel procédé qui permette la commande d'air injecté sans qu'il soit nécessaire de procéder à des mesures en oxygène dissous.

Encore un autre objectif de l'invention est de fournir un tel procédé qui soit facile à mettre en œuvre.

Ces objectifs, ainsi que d'autres qui apparaîtront par la suite, sont atteints grâce à l'invention qui a pour objet un procédé de traitement d'eaux incluant les processus de nitrification et de dénitrification au sein d'une même enceinte d'un réacteur biologique en vue d'abattre la pollution azotée, dite charge entrante, contenue dans lesdites eaux, ledit réacteur intégrant une biomasse aérée par injection de gaz oxygéné, ledit procédé incluant au moins une étape de régulation de la vitesse dudit gaz injecté, caractérisé en ce que ladite injection de gaz est continue et en ce que lesdits processus de nitrification et de dénitrification sont essentiellement simultanés, ledit procédé comprenant une mesure en continu de

ladite charge entrante en N-NH₄ (C_{V_{EDD}}) contenue dans lesdites eaux, ladite charge entrante mesurée étant pondérée par un décalage temporel pour en déduire une commande de la vitesse dudit gaz à injecter en fonction du temps.

On note qu'on entend par injection continue de gaz oxygéné une injection permanente quoique variable.

On note également que la charge entrante C_{V_{EDD}} peut s'exprimer de la façon suivante :

$$C_{V_{EDD}} = \frac{Q \times C_{NH_4} \times 24}{1000 \times 1000 \times V_{aéré}}$$

où :

Q est le débit d'alimentation (exprimé ici en litre par heure), C_{NH₄} la concentration mesurée en entrée en ammonium (mg N-NH₄ par litre) et V_{aéré} le volume du réacteur aéré (m³).

Dans le cas où il existe plusieurs réacteurs identiques en parallèle le volume aéré est égal au produit du nombre de réacteur aéré en fonctionnement (nf) par la surface unitaire (S_u) et par la hauteur (h_{mat}) unitaire de chaque réacteur soit V_{aéré} = nf x S_u x h_{mat} et S = nf x S_u (S surface totale du réacteur aéré).

Ainsi, le procédé selon l'invention s'appuie sur une mesure directe de la charge comme paramètre d'entrée d'un modèle mathématique de prédiction des besoins en air (ou plus généralement des besoins en oxygène).

De cette façon, comme cela va apparaître plus clairement par la suite, on obtient un procédé de traitement des eaux qui donne une commande plus efficace et plus précise que les procédés de l'art antérieur. Cette commande permet une injection de gaz continu mais variable dans le temps correspondant aux besoins de la biomasse et autorisant simultanément la nitrification et la dénitrification.

Ce décalage temporel (qui peut être évolutif) par lequel on pondère la mesure de la charge entrante permet de prendre en compte notamment le décalage lié au transit du point de mesure au lieu de dégradation.

Ce décalage lié au transit correspond sensiblement au décalage entre l'instant réel où l'eau pénètre dans le réacteur et l'instant où l'ammonium commence à être dégradé.

On tient compte également grâce à ce décalage du temps de passage dans le réacteur ou du temps de séjour moyen.

Comme cela va apparaître plus clairement par la suite, un résultat particulièrement intéressant d'un tel procédé est qu'il permet de limiter les sur ou sous aérations lors des pics de charge polluante journaliers qui engendrent des surcoûts d'exploitation.

Aussi, la présente invention, grâce à des gains de performances importants, permet un retour rapide sur investissement : de 1 à 2 ans.

Par ailleurs, le procédé selon l'invention peut être appliqué aux biofiltres ainsi qu'à la plupart des procédés de traitement d'eaux, tels que notamment les boues activées y compris les bioréacteurs à membranes, les procédés à cultures fixées comme les biofiltres, les lits fluidisés, et les procédés à cultures mixtes.

Selon une solution préférée, ladite ou lesdites étapes de régulation sont basées sur la loi suivante de commande de la vitesse de l'air en fonction du temps :

$$V_{\text{air}}(t) = \alpha(H(t) * C_{v_{\text{EDD}}}(t) - C_{v_{\text{CONSIGNE}}}) + \beta,$$

dans laquelle $C_{v_{\text{CONSIGNE}}}$ est une consigne de charge de sortie et $H(t)$ est la transformée de Laplace inverse d'une fonction de retard de phase $H(S)$.

On note que le signe « * » indique un produit de convolution.

Ainsi, on peut corriger en permanence la commande d'injection d'air en fonction des variations de la charge entrante dans la mesure réalisée en continu, ce qui permet de conserver une grande efficacité du traitement sur des effluents différents, et notamment sur des effluents à fortes variations de charge au cours du temps.

Le raisonnement conduisant à l'établissement d'une telle loi de commande de prise en tendance est explicité de façon détaillée ci-après.

L'objectif de la loi de commande est de relier la charge de N-NH₄ entrante (en kg N-NH₄/m³ de réacteur aéré/J) dans le réacteur biologique au débit d'air puis à la vitesse en air, la charge de N-NH₄ entrante étant la charge

réellement appliquée au réacteur, c'est-à-dire celle évaluée à partir du mélange de l'eau décantée et de l'eau recirculée.

Cette variable permet de prendre en compte simultanément les variations de débit et de concentration.

De plus, c'est un paramètre de dimensionnement des sites industriels.

Or, on observe que la charge réelle éliminée est constante pour un débit d'air donné sur un horizon de 24 heures. Cette hypothèse est vérifiée par l'analyse de plusieurs essais en eau tamponnée à débit d'air constant.

Lors d'expériences, on a fait varier la concentration en ammonium et le débit d'alimentation de sorte que la charge appliquée demeure constante.

Ces expériences ont conduit à observer, après la phase transitoire, un retour à un niveau égal de la charge en N-NH₄ éliminée avec pour seul paramètre invariant le débit d'air.

Ceci est clairement attesté par le graphique de la figure 1 qui montre l'évolution au cours du temps de :

- la charge entrante 11 ;
- la charge éliminée 12 ;
- la charge de sortie 13.

Une relation linéaire entre la charge éliminée (C_{ve}) en N-NH₄ et la vitesse en air, en régime permanent a donc été établie :

$$V_{air}(t) = \alpha \cdot C_{ve}(t) + \beta,$$

avec

$$V_{air} = \frac{Q_{air}}{nf \times S_u}$$

Cependant la relation obtenue ne prend pas encore en compte les phénomènes transitoires.

Une des particularités de l'invention réside donc dans la prise en compte des phénomènes transitoires pour l'obtention des paramètres de la relation précédente.

En effet, pour relier la charge éliminée à la vitesse en air, il faut tenir compte du temps de passage dans le réacteur ou du temps de séjour moyen T_g (temps de transit moyen d'une particule fluide dans un réacteur considéré). Le paramètre T_g est obtenu pratiquement en étudiant le coefficient de cross-corrélation reliant la concentration d'eau décantée diluée (eau décantée + eau recirculée) à la mesure de sortie du procédé.

Or, d'après les observations précédentes, à débit d'air fixé la charge éliminée est constante, et si l'on fixe le débit d'alimentation, cela revient à considérer un abattement (différence des concentrations Entrée/Sortie) en N-NH₄ constant.

Ainsi, la concentration d'ammonium de sortie s'exprime alors en fonction de la concentration d'entrée diluée :

$$[NH_4]_s(t) \cong [NH_4]_e(t-T_g) - Cst$$

où Cst est une constante que l'on va définir par exemple par la mesure.

De plus, le coefficient de cross-corrélation est maximum pour le pas n correspondant au décalage temporel $T_g = nT_e$ (où T_e est la période d'échantillonnage).

Par extension, la charge éliminée est calculée en faisant la différence entre la charge d'entrée et la charge de sortie à laquelle on applique un retard égale à T_g . On peut dès lors exprimer la vitesse en air à l'instant t en fonction de la charge éliminée calculée au même instant (voir figure 2, courbe $F(t)$).

Néanmoins, cette méthode ne tient pas compte de l'instant réel où l'eau décantée diluée pénètre dans le réacteur et où l'ammonium commence à être dégradé, décalage lié au transit du point de mesure au lieu de dégradation.

De même, elle ne tient pas compte de la variation d'aération qui n'a probablement pas un effet immédiat et de l'hydraulique du système.

L'ensemble de ces phénomènes induit une dispersion des valeurs (comme le montre la figure 2 dans le cas d'un biofiltre) et donc une incertitude sur la vitesse en air à appliquer jusqu'à $\pm 15\%$ autour de 7 Nm/h. Une autre particularité

de l'invention tient donc à l'application d'une fonction de retard de phase $H(s)$ qui permet de corriger ces omissions et d'obtenir la linéarité attendue (comme le montre la courbe $H(t)*F(t)$ sur la figure 2).

Ainsi, la charge éliminée au cours du temps (C_{V_e}) est égale à la différence de charge entre l'entrée ($C_{V_{EDD}}$) convolué par $H(t)$ (transformé de Laplace inverse d'une fonction de retard de phase $H(s)$) et la sortie (C_{V_s}).

Cette méthodologie permet d'obtenir la relation linéaire entre la vitesse en air et la charge éliminée calculée précédemment. On obtient donc la loi de commande :

$$V_{air}(t) = \alpha(H(t) * C_{V_{EDD}}(t) - C_{V_{CONSIGNE}}) + \beta$$

Par ailleurs, il est connu que l'utilisation de modèles avec des paramètres empiriques présente des inconvénients en terme de déploiement sur sites.

En effet, l'obtention sur une usine des valeurs nécessaires aux réglages n'est pas toujours compatible avec les priorités d'exploitation.

La présente invention offre donc la possibilité d'obtenir des préréglages de manière théorique.

Ceci a été mis en évidence par une réification du modèle, consistant à rapprocher la loi empirique observée d'une loi théorique afin de s'affranchir des problèmes de dimensionnement et de transfert d'échelle.

L'explication de la loi empirique obtenue vient du calcul des besoins théoriques en oxygène correspondant à la nitrification et à l'élimination du carbone. Les besoins en O_2 sont déterminés par les relations connues suivantes :

Nitrification : $B.O_2NH_4 = 4,57 \times$ Masse de N- NH_4 éliminée

Dénitrification : $B.O_2NO_3 = -2.86 \times$ (Masse de N- NH_4 éliminée-Masse de NO_3 produite)

Carbone : $B.O_2DCOs = 0,90 \times$ Masse de DCOs éliminée

Le besoin en oxygène pour le réacteur biologique s'exprime donc comme la somme des besoins précédents. Les besoins en air découlent de ces besoins en oxygène. En effet, une relation les lie avec le rendement de transfert, dont la valeur diminue avec la vitesse en air.

La figure 3 est un graphique permettant de comparer les demandes empirique 32 et théorique 31 en air pour un biofiltre. Ce graphique montre que les besoins théoriques en air ainsi calculés concordent bien avec la loi empirique. Il existe donc une base théorique pour l'obtention des paramètres recherchés sur site

On précise que les coefficients des deux régressions linéaires correspondent aux valeurs de α et β (α est égale à 25.7 par la théorie et 24.1 par la mesure, β est égale à -4.2 par la théorie et -3.6 par la mesure), R^2 représentant le coefficient de confiance sur 100% associé à chaque régression linéaire (les coefficients obtenus d'un côté par la mesure et de l'autre par la théorie sont quasiment identiques).

Préférentiellement, on exprime la loi de commande en boucle ouverte, de la façon suivante :

$$V_{air}(t) = \alpha(H(t) * C_{V_{EDD}}(t) - C_{V_{CONSIGNE}}(t + \Delta t)) + \beta,$$

De cette façon, le terme $C_{V_{CONSIGNE}}(t + \Delta t)$ permet d'anticiper une variation future de la consigne de la charge de sortie. Cette solution peut offrir une souplesse supplémentaire non négligeable pour l'optimisation de l'exploitation d'une station.

Selon un mode de réalisation préférentiel, ladite fonction de retard de phase est du type :

$$H(s) = \left(\frac{1}{1 + \frac{V}{nQ}s} \right)^n,$$

où :

- n est un paramètre d'ajustement de la diffusion dans ledit ou lesdits réacteurs ;
- V est le volume apparent dudit ou desdits réacteurs biologiques ;
- Q est le débit d'alimentation desdites eaux à traiter ;
- s est la transformée de Laplace de la variable t.

Cette fonction correspond à la fonction de transfert dans l'espace de Laplace d'une série de n réacteurs parfaitement agités (RPA), n étant un nombre entier positif et non nul.

Cette fonction de retard de phase revêt ici la forme mathématique d'une série de réacteurs parfaitement agités (RPA) dont les paramètres sont le débit et le volume. Le débit est asservi à celui de filtration de la colonne car seul le volume apparent V est utilisé pour ajuster la fonction.

Plus généralement, toutes les expressions mathématiques utilisant des combinaisons de fonction de transfert de réacteurs idéaux peuvent être utilisées.

La fonction de retard de phase peut donc être de différents types selon d'autres modes de réalisation envisageables.

Par exemple, cette fonction peut être exprimée sous la forme d'une fonction de transfert représentant une série de quatre RPA, avec n=4.

Selon une solution avantageuse, le procédé comprend au moins une étape de mesure d'une charge de sortie (Cv_s) et/ou d'une concentration en ammonium dissous contenues dans lesdites eaux traitées.

Dans ce cas, ladite mesure de ladite charge de sortie (Cv_s) est préférentiellement exploitée pour ajuster ladite consigne par application de l'équation suivante :

$$Cv_{\text{CONSIGNE}}(t) - Cv_s = \text{erreur}(t),$$

$$\text{où } \text{erreur}(t) = \frac{24 \times Q \times e(t)}{(1000 \times 1000 \times h_{\text{mat}} \times S)},$$

le signal e(t) étant défini par :,

$$e(t) = [NH_4]_{\text{CONSIGNE}}(t) - [NH_4]_s(t)$$

h_{mat} étant la hauteur de ladite biomasse dans ledit réacteur et S étant la surface dudit ou desdits réacteurs, le volume résultant du produit h_{mat} par S représentant le volume aéré dudit réacteur biologique.

Cette formule est issue du calcul de charge, e(t) dans cette formule représentant la différence de concentration entre la consigne $[NH_4]_{\text{consigne}}(t)$ et la mesure de sortie $[NH_4]_s(t)$.

La présente invention, par l'intermédiaire d'un tel système de rétroaction, apporte une correction continue au modèle de prédiction de sorte à toujours être en adéquation avec la réalité.

Ainsi, on peut compenser les erreurs de modèle de prise en tendance ou les perturbations non-mesurables, ceci en adjoignant un terme de rétroaction. En effet, une boucle fermée avec prise en tendance permet d'obtenir de bien meilleurs résultats qu'un régulateur « FeedForward » ou « FeedBack » seul.

Une des spécificités de la rétroaction réside donc dans l'évaluation de l'erreur.

En effet, il ne s'agit pas uniquement d'une différence entre la mesure de l'ammonium dissous en sortie et de la consigne (noté $e(t)$), mais d'une différence entre une charge de sortie et une charge de consigne (noté $erreur(t)$).

Bien qu'il existe une relation entre $e(t)$ et $erreur(t)$, la différence entre ces deux paramètres est fondamentale.

Selon un premier mode de réalisation, ladite mesure d'une charge de sortie (Cv_s) et/ou d'une concentration en ammonium dissous contenues dans lesdites eaux traitées, est réalisée en continu.

Le régulateur prend implicitement en compte les variations du débit d'alimentation pour le calcul de l'action à appliquer.

Selon un mode de réalisation préférentiel, le procédé comprend une étape de transformation dudit signal $e(t)$ réalisée de telle sorte que :

- si $e > 0$, $f(e) = e$;
- si $e \leq 0$, $f(e) = 1 - \exp(-k.e)$, où $k > 0$.

On note que k permet de graduer l'intensité de la transformation du signal.

On apporte ainsi une amélioration grâce à une transformée du signal $e(t)$. En effet, la concentration en ammonium de sortie n'est pas une fonction strictement linéaire du débit de gaz puisqu'elle est bornée par zéro. Par exemple, lorsque la consigne est de 2 mg-N-NH₄/L, l'erreur mesure/consigne ne pourra

prendre que des valeurs comprises dans l'intervalle $[-2, +\infty[$, dans ce cas, il y a une dissymétrie néfaste de l'intervalle de régulation.

Une telle transformée permet donc de prendre en compte cette dissymétrie.

Cette transformation permet d'amplifier la réaction du régulateur lorsqu'il s'approche de la limite inférieure.

Dans le cas de la consigne égale à $2\text{mg-N-NH}_4/\text{L}$, l'erreur prend alors des valeurs comprises dans l'intervalle $[-6.4, +\infty[$ si $k=1$.

Ainsi, au prix d'une faible déstabilisation du système, entraînée par l'augmentation du gain dans ce régime de fonctionnement, on limite l'effet de la saturation.

On peut imaginer d'autres transformations telles que $f(x)=x^2$, qui permettrait d'avoir une variation de commande douce lorsque l'on est proche de la valeur de consigne et de plus en plus forte à mesure que l'on s'en éloigne.

Enfin, l'utilisation de boucle de régulation Feedback et Feedforward offre une sécurité accrue car la commande est une composition de plusieurs signaux. Lorsqu'une information est absente, les autres permettent tout de même une régulation même si elle est moins performante.

L'invention concerne également un dispositif pour la mise en œuvre du procédé de traitement d'eaux incluant des phase de nitrification et de dénitrification au sein d'une même enceinte d'un réacteur biologique tel que décrit précédemment, ledit réacteur intégrant une biomasse aérée par injection d'air et des moyens de régulation de la vitesse dudit air injecté, caractérisé en ce qu'il comprend :

- des moyens de mesure en continu de ladite charge entrante ;
- des moyens de paramétrage d'une consigne de charge de sortie et/ou d'une concentration de sortie ($C_{V_{\text{CONSIGNE}}}$) ;
- des moyens de calcul destinés à agir sur lesdits moyens de régulation sur la base d'une loi de commande dans laquelle ladite charge entrante mesurée est notamment pondérée par un décalage temporel pour en

déduire une commande de la vitesse dudit air à injecter en fonction du temps, ladite injection d'air étant continue et lesdits processus de nitrification et de dénitrification étant essentiellement simultanés.

De tels moyens de calcul pourront comprendre la mise en œuvre de moyens logiciels.

En outre, on peut noter que la présente invention n'utilise pas de mesure ou de consigne en oxygène dissous pour atteindre ces objectifs.

Selon un mode de réalisation préféré, le dispositif comprend une boucle de rétroaction comprenant des moyens de mesure d'une charge de sortie (Cv_s) et/ou d'une concentration en ammonium dissous contenues dans lesdites eaux traitées, et des moyens de comparaison de ladite charge de sortie avec ladite consigne de charge de sortie.

Dans ce cas, lesdits moyens de comparaison sont préférentiellement reliés auxdits moyens de calcul, en vue d'ajuster ladite consigne prise en compte dans ladite loi de commande.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante d'un mode de réalisation préférentiel de l'invention, donné à titre d'exemple illustratif et non limitatif, et des dessins annexés parmi lesquels :

- la figure 1 est un graphique montrant les variations de la concentration en ammonium à charge constante, en eau tamponnée ;
- la figure 2 montre deux relevés de vitesses d'air en fonction de la charge éliminée calculée pour un biofiltre ;
- la figure 3 est un graphique montrant une comparaison des demandes empirique et théorique en air pour un biofiltre ;
- la figure 4 est une vue schématique d'une unité pilote selon l'invention ;
- la figure 5 est une représentation schématique d'un bloc de régulation «Feedback/Feedforward » selon l'invention ;

- la figure 6 montre les courbes de relevés obtenus avec le procédé selon l'invention, à débit d'alimentation et taux de recirculation fixes ;
- la figure 7 montre les courbes de relevés obtenus avec le procédé selon l'invention, à débit d'alimentation variable et taux de recirculation fixes ;
- la figure 8 montre les courbes de relevés obtenus avec le procédé selon l'invention, à débit d'alimentation et taux de recirculation variables.

L'efficacité du procédé selon l'invention est démontrée ci-après par l'intermédiaire d'essais conduits à l'aide d'une unité pilote telle que représentée sur la figure 4.

Tel que cela apparaît, cette unité est composée de deux colonnes de plexiglas d'une hauteur de 5 m pour un diamètre intérieur de 29 cm. La hauteur de matériau (h mat) utilisé pour les essais en Nitrification/Dénitrification (NDN) simultanée est de 2,75 m et le diamètre moyen des billes qui le constitue est de $3,34 \text{ mm} \pm 0.19 \text{ mm}$.

L'effluent traité est issu d'un réseau d'eau urbaine ; il subit une décantation primaire (décanteur lamellaire) avant d'être acheminé gravitairement dans un bac tampon 42 de 30 litres agité en permanence. L'influent est ensuite relevé par l'intermédiaire de deux pompes SEEPEX afin de remplir les deux colonnes de mise en charge. Celles-ci offrent une perte de charge maximum disponible de 2,40 mCe.

Une fraction 43 de l'eau traitée est réutilisée dans le cadre de la nitrification / dénitrification pour alimenter le pilote. Cette eau est mélangée avec l'eau d'alimentation dans les colonnes de mise en charge. Là aussi, deux pompes Seepex permettent de recirculer les débits souhaités.

L'eau traitée non recirculée 44 issue des deux colonnes se mélange dans un bac commun de 10 litres d'où sont prélevés les échantillons à analyser. Dans cette configuration, le pilote fonctionne à l'image d'un site comprenant deux

cellules de filtration. On homogénéise ainsi le traitement et on dispose surtout d'une redondance des mesures en ligne.

Deux rampes d'air (non représentées) situées à 20 cm du fond de chaque colonne permettent d'injecter l'air procédé de manière continue mais variable dans tout le réacteur, et deux autres orifices situés au fond de chacune d'elles permettent l'injection de l'air lavage. Dans les deux cas, la production d'air est assurée par un réseau d'air comprimé.

La charge appliquée durant les essais, calculée sur la totalité du matériau, est comprise en 0,3 et 0,6 kg N-NH₄/m³/J pour une moyenne de 0,45 kg N-NH₄/m³/J. La vitesse en eau d'alimentation V_{eau} moyenne correspondante est de 1,2 m/h pour un taux de recirculation moyen de 125%. Ce taux diffère de la NDN classique (c'est-à-dire avec un réacteur avec une zone aérée et une zone non aérée) puisque les rendements mis en jeu sont différents.

Trois cas d'études illustrent les performances de l'invention : le premier (figure 6) démontre l'efficacité de la régulation à débit et taux de recirculation fixes. Le second (figure 7) illustre les performances à débit variable et taux de recirculation fixe. Et le dernier (figure 8), montre les résultats obtenus à débit et taux de recirculation variable.

La figure 6 illustre donc qu'il est possible d'éliminer le pic de charge journalier par une anticipation des besoins en air. Il n'existe pas de zone de sous ou sur-aération, avant et après le pic de charge, contrairement à l'état de l'art précédent. La dénitrification n'est donc pas pénalisée pour atteindre l'objectif de nitrification puisque la commande d'aération permet de maintenir une concentration d'ammonium identique tout au long de la journée.

On constate que la régulation objet de l'invention fonctionne correctement et anticipe le pic de charge, dans les conditions de débit d'alimentation variable (figure 7). Excepté pendant une courte période où la charge est telle que la saturation en vitesse en air a été atteinte. En effet, l'aération a été bridée pour que celle-ci ne dépasse pas les 15 Nm/h afin de rester représentatif de la majeure partie des installations.

Enfin, dans le cas d'une utilisation avec des débits d'alimentation et taux de recirculation variables (figure 8), ce qui n'est pas le cas représentatif des installations industrielles, les résultats, bien que dégradés, restent nettement supérieurs à l'état de l'art antérieur.

Ces résultats sont obtenus à l'aide d'un bloc de régulation tel que celui illustré par la figure 5 qui correspond à un mode de réalisation préférentiel du procédé selon l'invention.

Tel que représenté, une eau à traiter 51 est dirigée vers un réacteur biologique 52, les données de débit d'alimentation Q et de charge entrante étant associées à cette eau à traiter. On rappelle que, selon le principe de l'invention, les processus de nitrification et de dénitrification sont réalisés au sein d'une même enceinte du réacteur (le réacteur présentant en l'occurrence un compartiment unique) et que ces processus de nitrification et de dénitrification sont essentiellement simultanés.

Des mesures sont effectuées concernant cette eau à traiter à l'aide d'un premier régulateur 53, dit régulateur « FeedForward » qui effectue notamment une mesure en continu de la charge entre C_{VEDD} .

Le régulateur reçoit de plus une information concernant la consigne de charge de sortie $C_{V_{CONSIGNE}}$.

Un autre régulateur 54, dit « Feedback », permet de recueillir des informations, et notamment la charge de sortie C_{VS} mesurée en continu.

Le régulateur 54 reçoit également l'information concernant la consigne de charge de sortie $C_{V_{CONSIGNE}}$.

Le régulateur utilisé pour la boucle de rétroaction peut être du type PID (régulateur par action proportionnelle) ou PFC (Predictive Functional Control).

Ces régulateurs sont paramétrés pour émettre chacun une commande. Les commandes correspondantes sont traitées de façon à agir sur la vitesse de l'air V_{air} , en appliquant la loi de commande de la vitesse de l'air en fonction du temps :

$$V_{air}(t) = \alpha \times (H(t) * C_{V_{EDD}}(t) - C_{V_{Consigne}}(t)) + \beta + V_{air}_{Rétroaction}$$

Les coefficients α et β peuvent être obtenus par des mesures ou par calcul, tel qu'indiqué précédemment.

Vair rétroaction correspond à la variation de débit d'air nécessaire calculée par le régulateur de la boucle de rétroaction.

De plus, dans le cas de l'unité pilote décrite précédemment, la fonction de retard de phase $H(s)$ s'exprime de la façon suivante :

$$H(s) = \left(\frac{1}{1 + \frac{V}{4Q}s} \right)^4$$

Par ailleurs, la commande issue du régulateur 54 est obtenue par le calcul correspondant aux instructions suivantes :

$$Cv_{\text{CONSIGNÉ}}(t) - Cv_s = \text{erreur}(t),$$

$$\text{où } \text{erreur}(t) = \frac{24 \times Q \times e(t)}{(1000 \times 1000 \times h_{\text{mat}} \times S)},$$

le signal $e(t)$ étant défini par :,

$$e(t) = [NH_4]_{\text{CONSIGNÉ}}(t) - [NH_4]_S(t),$$

Avec les paramètres déjà énoncés ($V_{\text{eau}}=1,2$ m/h et $h_{\text{mat}} = 2,75$ m), on définit $\text{erreur}(t)$ de la façon suivante :

$$\text{erreur}(t) = 1,05 \cdot 10^{-2} e(t)$$

REVENDICATIONS

1. Procédé de traitement d'eaux, à l'aide d'un réacteur biologique en vue d'abattre la pollution azotée, dite charge entrante, contenue dans lesdites eaux, ledit réacteur intégrant une biomasse aérée par injection d'air, ledit procédé incluant au moins une étape de régulation de la vitesse dudit air injecté, caractérisé en ce qu'il comprend une mesure en continu de ladite charge entrante en $N-NH_4$ ($C_{V_{EDD}}$) contenue dans lesdites eaux, ladite charge entrante mesurée étant pondérée par un décalage temporel pour en déduire une commande de la vitesse V_{air} dudit air à injecter en fonction du temps.

2. Procédé de traitement d'eaux selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite ou lesdites étapes de régulation sont basées sur la loi suivante de commande de la vitesse de l'air en fonction du temps :

$$V_{air}(t) = \alpha(H(t) * C_{V_{EDD}}(t) - C_{V_{CONSIGNE}}) + \beta,$$

dans laquelle $C_{V_{CONSIGNE}}$ est une consigne de charge de sortie et $H(t)$ est la transformée de Laplace inverse d'une fonction de retard de phase $H(S)$.

3. Procédé de traitement d'eaux selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que ladite ou lesdites étapes de régulation sont basées sur une loi de commande s'exprimant de la façon suivante :

$$V_{air}(t) = \alpha(H(t) \times C_{V_{EDD}}(t) - C_{V_{CONSIGNE}}(t + \Delta t)) + \beta,$$

4. Procédé de traitement d'eaux selon l'une des revendications 2 et 3, caractérisé en ce que ladite fonction de retard de phase est du type :

$$H(s) = \left(\frac{1}{1 + \frac{V}{nQ}s} \right)^n,$$

où :

- n est un paramètre d'ajustement de la diffusion dans ledit ou lesdits réacteurs ;

- V est le volume apparent dudit ou desdits réacteurs biologiques ;
- Q est le débit d'alimentation desdites eaux à traiter ;
- s est la transformée de Laplace de la variable t.

5. Procédé de traitement d'eaux selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il comprend au moins une étape de mesure d'une charge de sortie (Cv_s) et/ou d'une concentration en ammonium dissous contenues dans lesdites eaux traitées.

6. Procédé de traitement d'eaux selon la revendication 5, caractérisé en ce que ladite mesure de ladite charge de sortie (Cv_s) est exploitée pour ajuster ladite consigne par application de l'équation suivante :

$$Cv_{\text{CONSIGNE}}(t) - Cv_s = \text{erreur}(t),$$

$$\text{où } \text{erreur}(t) = \frac{24 \times Q \times e(t)}{(1000 \times 1000 \times h_{\text{mat}} \times S)},$$

le signal $e(t)$ étant défini par :,

$$e(t) = [NH_4]_S(t) - [NH_4]_{\text{CONSIGNE}}(t),$$

h_{mat} étant la hauteur de ladite biomasse dans ledit réacteur et S étant la surface dudit ou desdits réacteurs, , le volume résultant du produit h_{mat} par S représentant le volume aéré dudit réacteur biologique.

7. Procédé de traitement d'eaux selon l'une des revendications 5 et 6, caractérisé en ce que ladite mesure d'une charge de sortie (Cv_s) et/ou d'une concentration en ammonium dissous contenues dans lesdites eaux traitées, est réalisée en continu

8. Procédé de traitement d'eaux selon l'une des revendications 5 et 6, caractérisé en ce qu'il comprend une étape de transformation dudit signal $e(t)$ réalisée de telle sorte que :

- si $e > 0$, $f(e) = e$;
- si $e \leq 0$, $f(e) = 1 - \exp(-k.e)$, où $k > 0$.

9. Dispositif pour la mise en œuvre du procédé de traitement d'eaux selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, comprenant au moins un réacteur

intégrant une biomasse aérée par injection d'air et des moyens de régulation de la vitesse dudit air injecté,

caractérisé en ce qu'il comprend :

- des moyens de mesure en continu de ladite charge entrante ;
- des moyens de paramétrage d'une consigne de charge de sortie et/ou d'une concentration de sortie ($C_{V_{CONSIGNE}}$) ;
- des moyens de calcul destinés à agir sur lesdits moyens de régulation sur la base d'une loi de commande dans laquelle ladite charge entrante mesurée est notamment pondérée par un décalage temporel pour en déduire une commande de la vitesse dudit air à injecter en fonction du temps.

10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'il comprend une boucle de rétroaction comprenant des moyens de mesure d'une charge de sortie (C_{V_s}) et/ou d'une concentration en ammonium dissous contenues dans lesdites eaux traitées, et des moyens de comparaison de ladite charge de sortie avec ladite consigne de charge de sortie.

11. Dispositif selon la revendication 10, caractérisé en ce que lesdits moyens de comparaison sont reliés auxdits moyens de calcul, en vue d'ajuster ladite consigne prise en compte dans ladite loi de commande.

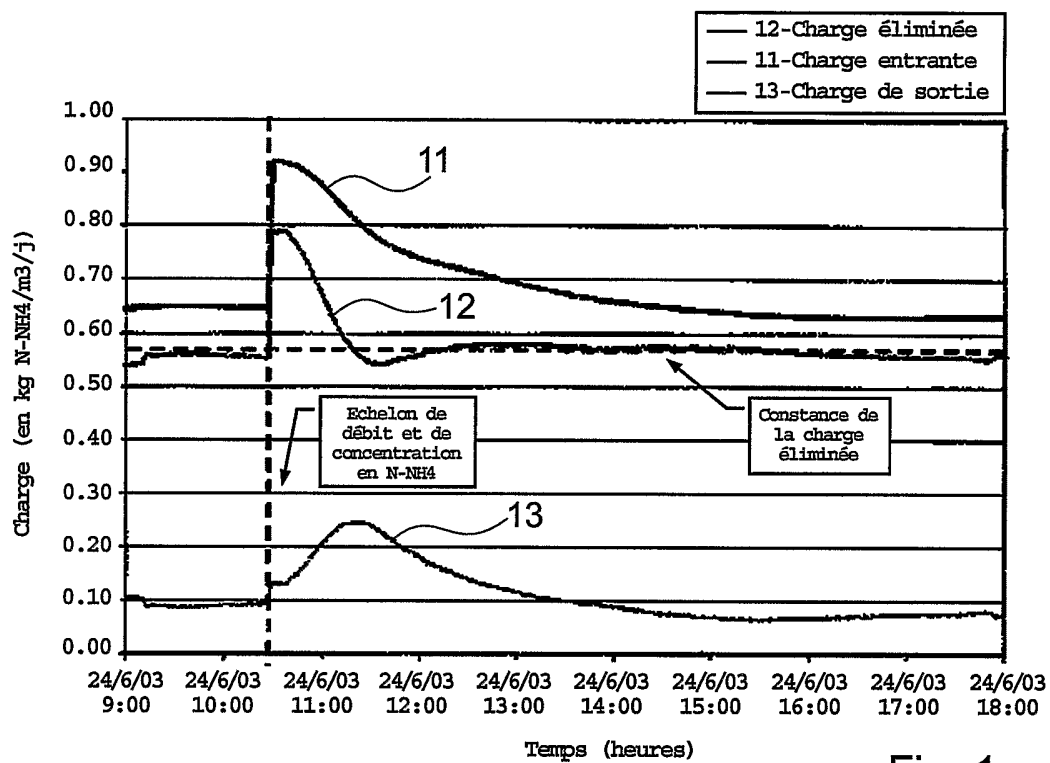


Fig. 1

2/5

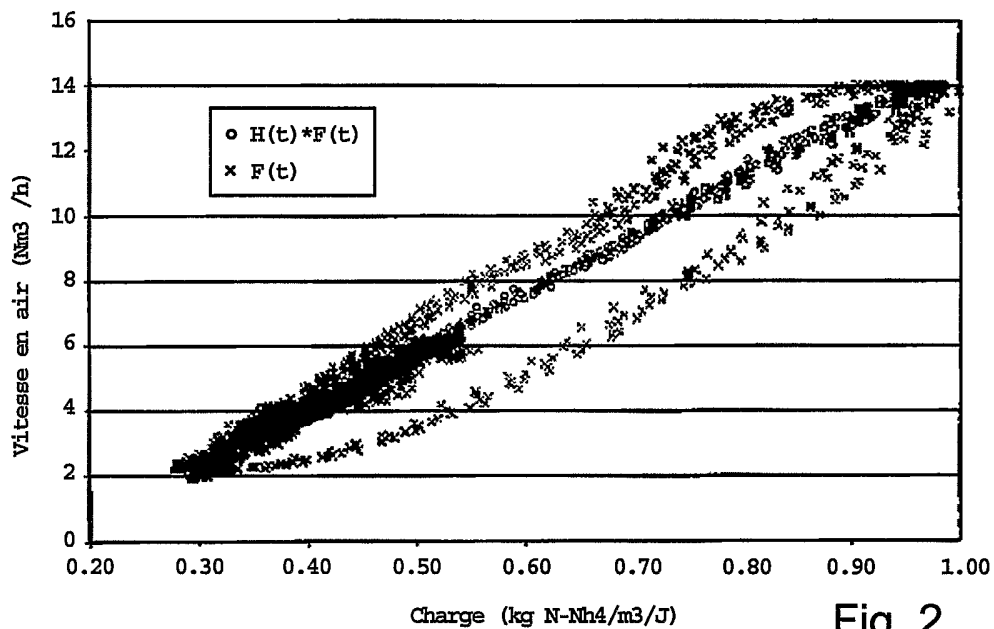


Fig. 2

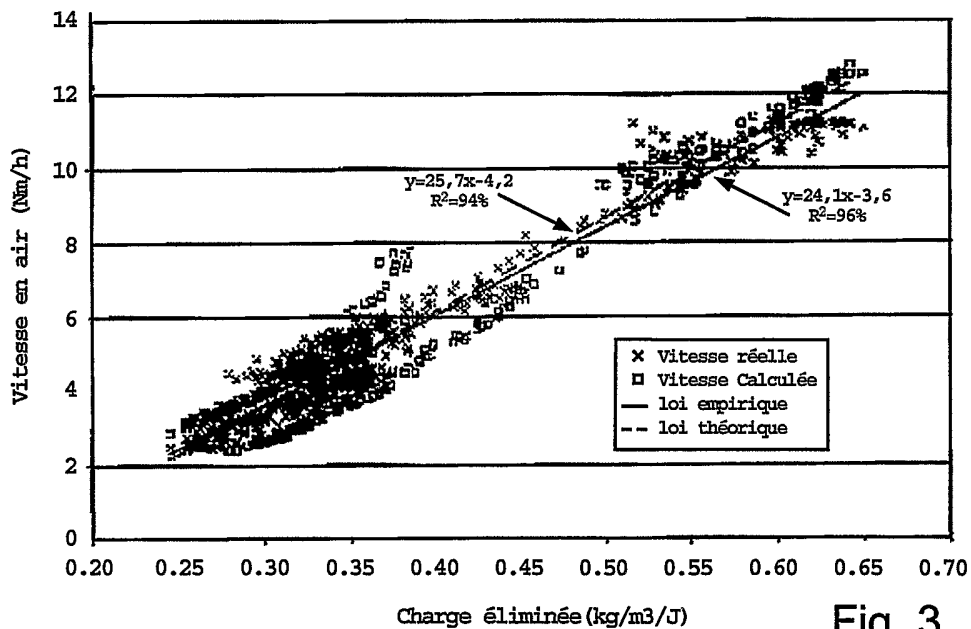


Fig. 3

3/5

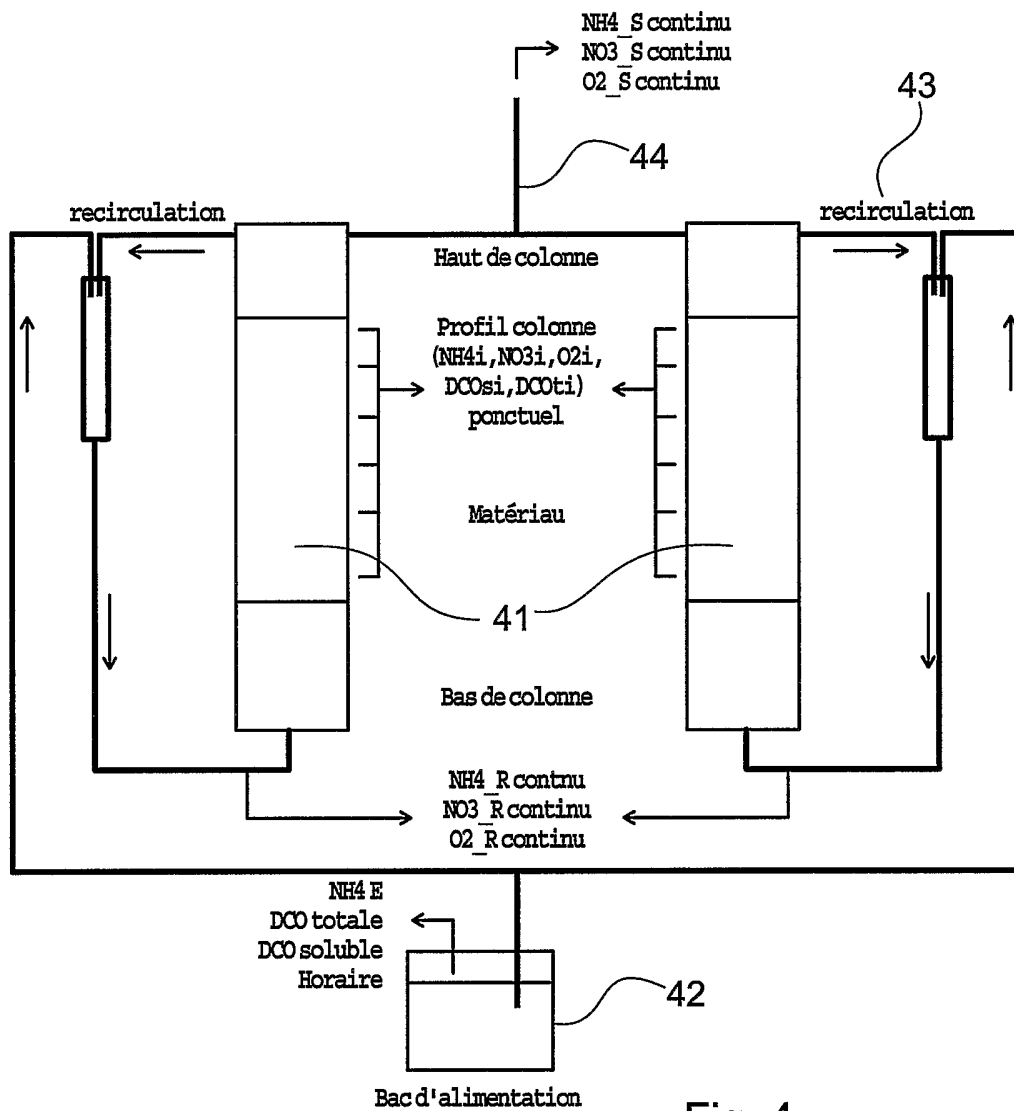
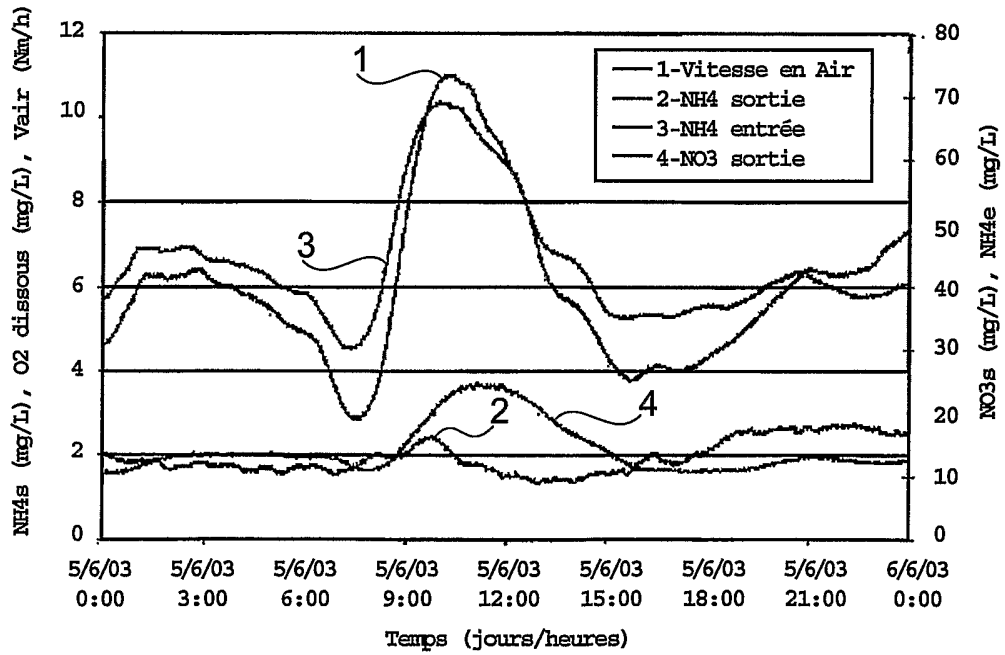
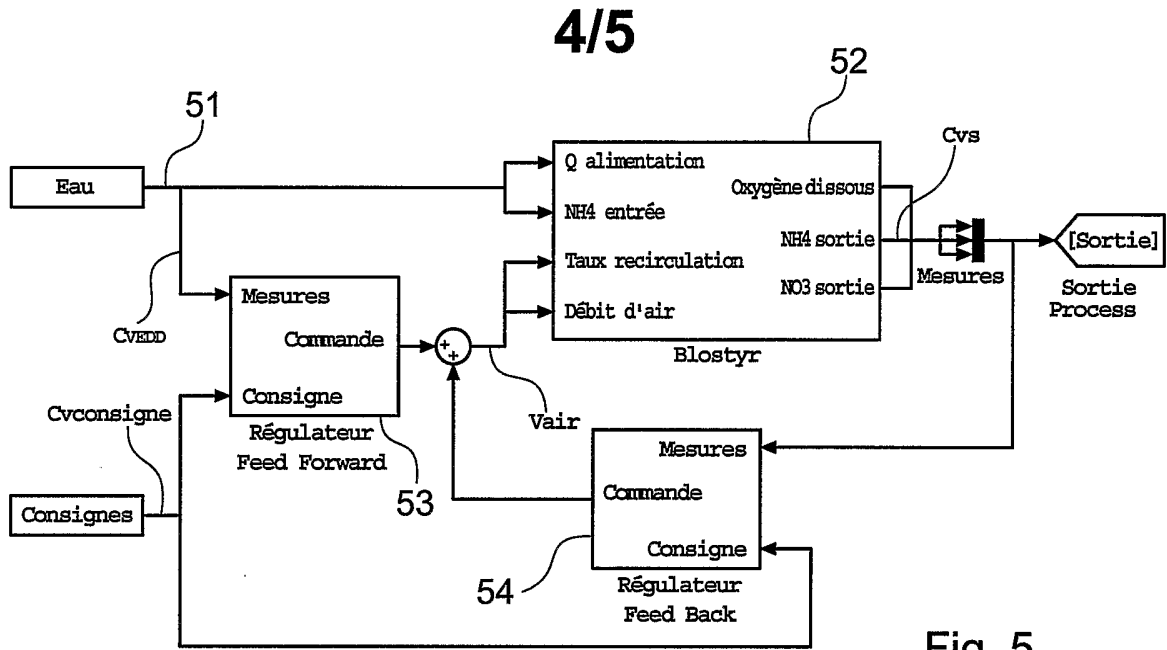


Fig. 4



5/5

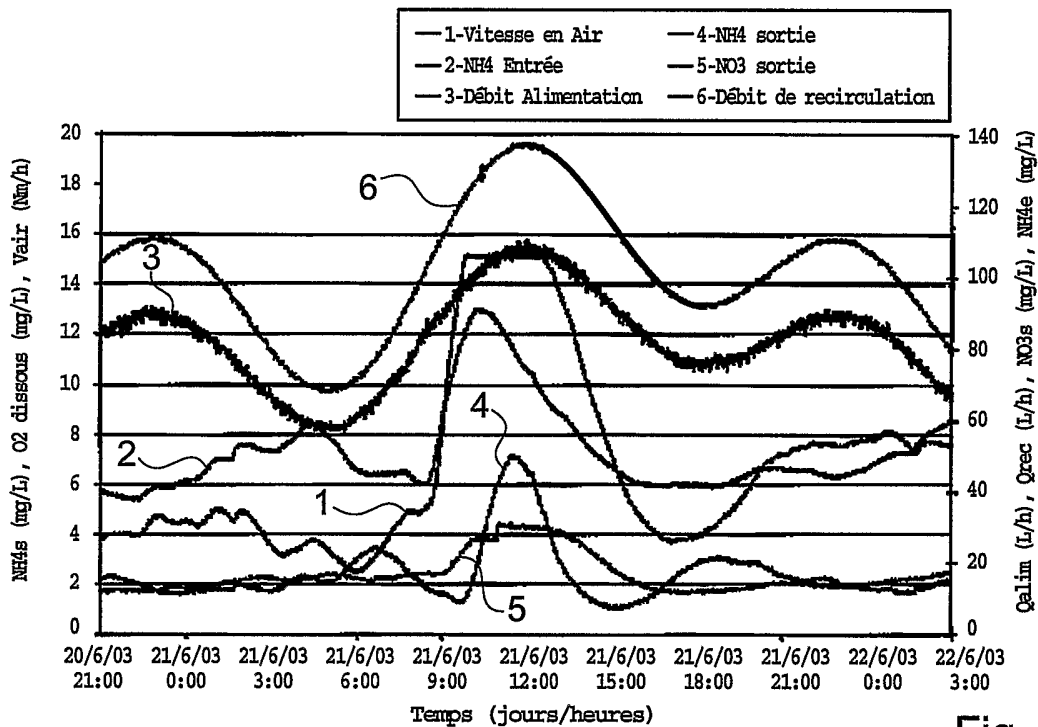


Fig. 7

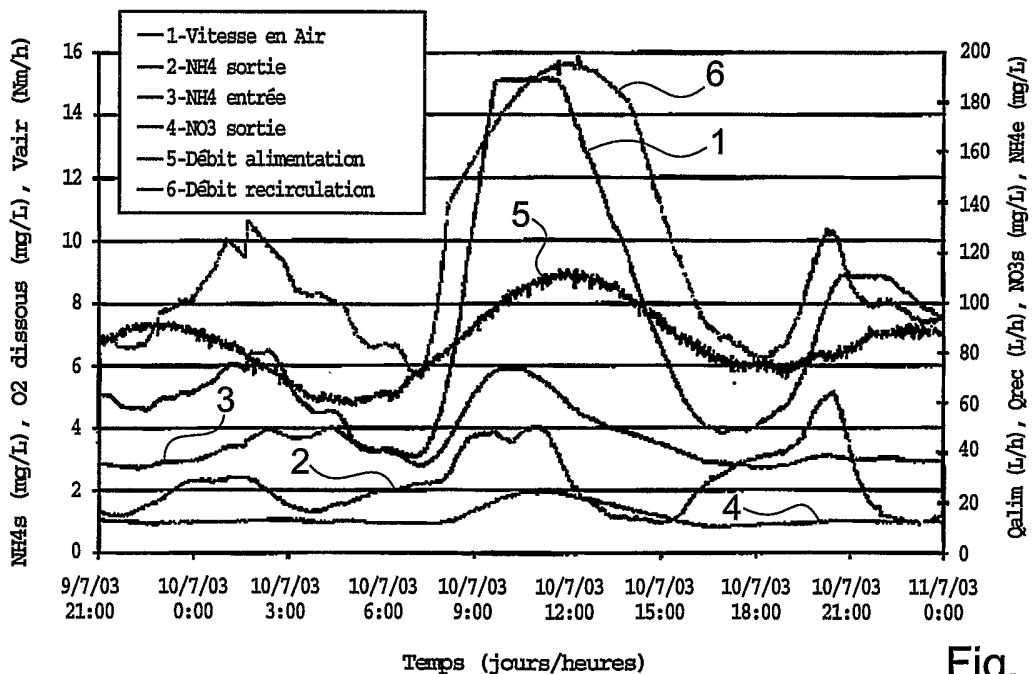


Fig. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR2005/001320

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 C02F3/00

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)

IPC 7 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, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 01/25158 A (MESSER GRIESHEIM GMBH ; STADT NEUSTADT AN DER WEINSTRASSE (DE)) 12 April 2001 (2001-04-12) claims	1-11
A	HANSEN J: "FUZZY-REGELUNGEN ZUR OPTIMIERUNG DER NAEHRSTOFFELIMINATION IN KOMMUNALEN KLAERANLAGEN" KORRESPONDENZ ABWASSER, ABWASSERTECHNISCHE VEREINIGUNG, ST. AUGUSTIN, DE, vol. 45, no. 12, December 1998 (1998-12), pages 2259-2268, XP000803516 ISSN: 0341-1540 figure 1	1,9
	----- -/--	

 Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

6 October 2005

Date of mailing of the international search report

17/10/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Serra, R

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR2005/001320

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 99/24370 A (MIKKELSEN METTE RISUM ; BIOBALANCE AS (DK); HEINEN NICOLAS (DK); NOERG) 20 May 1999 (1999-05-20) claims -----	1,9
A	US 6 036 862 A (STOVER ENOS L) 14 March 2000 (2000-03-14) claims -----	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR2005/001320

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
WO 0125158	A	12-04-2001	DE	19948197 A1	31-05-2001
			EP	1198422 A1	24-04-2002
WO 9924370	A	20-05-1999	AU	1144399 A	31-05-1999
US 6036862	A	14-03-2000	US	6660164 B1	09-12-2003

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No
PCT/FR2005/001320

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE CIB 7 C02F3/00		
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) CIB 7 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 réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data, PAJ		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 01/25158 A (MESSER GRIESHEIM GMBH ; STADT NEUSTADT AN DER WEINSTRAS (DE)) 12 avril 2001 (2001-04-12) revendications	1-11
A	HANSEN J: "FUZZY-REGELUNGEN ZUR OPTIMIERUNG DER NAEHRSTOFFELIMINATION IN KOMMUNALEN KLAERANLAGEN" KORRESPONDENZ ABWASSER, ABWASSERTECHNISCHE VEREINIGUNG, ST. AUGUSTIN, DE, vol. 45, no. 12, décembre 1998 (1998-12), pages 2259-2268, XP000803516 ISSN: 0341-1540 figure 1	1,9
----- -/--		
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents		
<input checked="" type="checkbox"/> 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	"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	
"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date	"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	
"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)	"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	
"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens	"&" document qui fait partie de la même famille de brevets	
"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée <p style="text-align: center; font-weight: bold;">6 octobre 2005</p>	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale <p style="text-align: center; font-weight: bold;">17/10/2005</p>	
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, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Fonctionnaire autorisé <p style="text-align: center; font-weight: bold;">Serra, R</p>	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PCT/FR2005/001320

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 99/24370 A (MIKKELSEN METTE RISUM ; BIOBALANCE AS (DK); HEINEN NICOLAS (DK); NOERG) 20 mai 1999 (1999-05-20) revendications -----	1,9
A	US 6 036 862 A (STOVER ENOS L) 14 mars 2000 (2000-03-14) revendications -----	1-11

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/FR2005/001320

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication		Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 0125158	A	12-04-2001	DE	19948197 A1	31-05-2001
			EP	1198422 A1	24-04-2002
WO 9924370	A	20-05-1999	AU	1144399 A	31-05-1999
US 6036862	A	14-03-2000	US	6660164 B1	09-12-2003