

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

(19) Organisation Mondiale de la  
Propriété Intellectuelle  
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2016/193600 A1**

(43) Date de la publication internationale  
8 décembre 2016 (08.12.2016)

WIPO | PCT

(51) Classification internationale des brevets :

C02F 11/14 (2006.01) C02F 3/12 (2006.01)  
C02F 3/00 (2006.01) C02F 11/16 (2006.01)  
C02F 3/02 (2006.01) C02F 11/04 (2006.01)  
C02F 1/24 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2016/051277

(22) Date de dépôt international :

27 mai 2016 (27.05.2016)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

1554920 29 mai 2015 (29.05.2015) FR

(71) Déposant : OREGÉ [FR/FR]; 5 Chemin d'Orsigny, 78117  
Toussus Le Noble (FR).

(72) Inventeurs : CAPEAU, Patrice; 25, rue Saint Georges,  
13013 Marseille (FR). GENDROT, Pascal; 51 bis rue de  
la Manufacture, 78350 Jouy en Josas (FR).

(74) Mandataire : CABINET BENECH; 146 - 150, avenue  
des Champs-Élysées, 75008 Paris (FR).

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

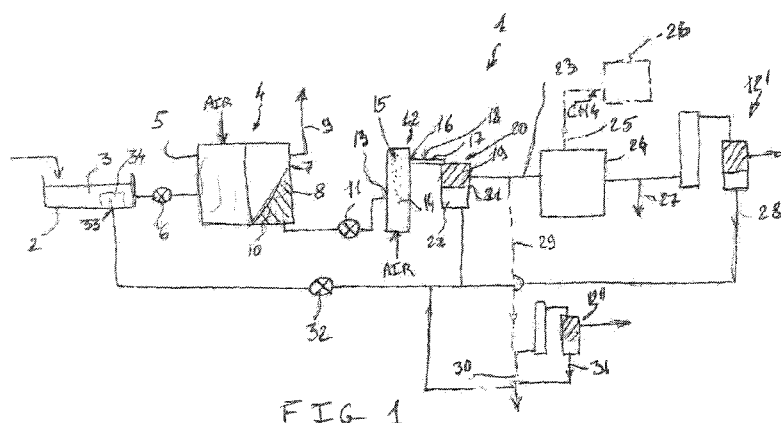
(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre  
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,  
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ,  
TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU,  
TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,  
DK, EE, ES, FI, FR, GB,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

Publiée :

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

(54) Title : METHOD AND DEVICE FOR PURIFYING DOMESTIC OR INDUSTRIAL WATER

(54) Titre : PROCEDE ET DISPOSITIF D'EPURATION D'EAUX DOMESTIQUES OU INDUSTRIELLES



(57) Abstract : The present invention concerns a method and a device for the continuous purification of a domestic or industrial water stream. After passing through a biological reactor making it possible to obtain a sludge comprising between 4 and 12 g/l of Dry Solids (MS), the method involves feeding a series of chambers separated by restrictions at a flow rate  $q$ , injecting air into a second chamber at a flow rate  $Q > q$ , in order to obtain an emulsion, injecting a flocculant into a third chamber, and recovering the degassed emulsion in a drain pan. The flocculated and aerated sludge floats in the top part of the pan, such that the remaining liquid centrate has a Dry Solids content of less than 100 mg/l and has a positive redox potential  $> 50$  mV and a value greater than 100 mV relative to the redox potential of the sludge at the inlet of the chambers, and is reinjected upstream from or into the biological reactor.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

WO 2016/193600 A1



---

La présente invention concerne un procédé et un dispositif d'épuration en continu d'un flux d'eaux domestiques ou industrielles. Après passage dans un réacteur biologique permettant d'obtenir une boue comprenant entre 4 et 12 g/l de Matières Sèches (MS), on alimente à un débit  $q$ , une série d'enceintes séparées par des restrictions, en injectant de l'air dans une deuxième enceinte à un débit  $Q > q$ , pour obtenir une émulsion, on injecte un flocculant dans une troisième enceinte et on récupère l'émulsion dégazée dans un bac de récupération. La boue flocculée et aérée flotte en partie haute du bac de sorte que le centrat liquide restant est chargé en Matières Sèches à un taux inférieur à 100 mg/l et présente un potentiel redox positif  $> 50\text{mV}$  et d'une valeur supérieure à 100mV par rapport au potentiel redox de la boue en entrée des enceintes, et est réinjecté en amont du ou dans le réacteur biologique.

## PROCEDE ET DISPOSITIF D'EPURATION D'EAUX DOMESTIQUES OU INDUSTRIELLES

La présente invention concerne un procédé  
5 d'épuration en continu d'eaux domestiques ou  
industrielles utilisant un réacteur biologique  
permettant l'obtention d'une boue organique épaissie  
et déshydratée.

Elle concerne également un dispositif d'épuration  
10 mettant en œuvre un tel procédé.

L'invention trouve une application  
particulièrement importante bien que non exclusive  
dans le domaine des stations d'épuration des eaux  
domestiques ou industrielles dans lesquelles on  
15 extrait les pollutions organiques des eaux,  
permettant notamment un épaississement et/ou une  
réduction importante des volumes de boues issues du  
traitement.

On connaît déjà des stations d'épuration  
20 permettant le rejet dans l'environnement d'eaux  
traitées par des réacteurs biologiques, c'est à dire  
des dispositifs permettant par le biais d'un gaz  
oxydant (air, O<sub>2</sub>, Ozone...) de séparer la partie  
liquide des matières solides (MS) tout en faisant  
25 baisser la DCO.

Classiquement ce type de réacteur comprend  
également un bac décanteur/clarificateur qui récupère  
en partie basse une boue liquide fortement chargée en  
MS (4 à 12 g/l) avec une DCO > 300 mg/l et un  
30 potentiel redox faible, inférieur à 50mV, voire  
négatif.

De telles stations présentent des inconvénients. La mauvaise qualité du potentiel redox entraine notamment une mauvaise minéralisation des boues obtenues et dès lors une mauvaise digestion  
5 anaérobique ultérieure, si la station comprend en aval un tel digesteur.

La présente invention vise à fournir un procédé et un dispositif répondant mieux que ceux antérieurement connus aux exigences de la pratique, notamment en ce  
10 qu'elle va permettre un meilleur fonctionnement des stations d'épuration classiques, qu'elles soient ou non équipées d'un digesteur, en ce qu'elle améliore le temps de séjour dans le réacteur biologique, et de ce fait la clarification des eaux qui en résultera,  
15 en ce qu'elle entraîne une meilleure minéralisation des boues et de ce fait une meilleure déshydratation, ce qui autorise donc une production de boues biologiques plus épaissies et déshydratées, avec diminution des bactéries filamenteuses, en ce qu'elle  
20 permet d'obtenir un concentrat (liquide obtenu lors de la séparation avec les parties solides) en aval du réacteur biologique, présentant un potentiel redox nettement plus élevé ce qui de ce fait va permettre de diminuer la consommation d'électricité en amont  
25 dans les besoins d'aération.

L'invention va générer de plus une boue poreuse et à potentiel redox élevé après déshydratation et récupération des concentrats, ce qui facilite encore sa déshydratation ultérieure plus poussée.

30 En particulier et en cas d'utilisation d'un épaississeur statique complémentaire, on obtient une

baisse du nombre de réactions de fermentation et une meilleure dégradation des graisses présentes dans les boues.

En cas d'utilisation d'un épaisseur dynamique  
5 (centrifugeuse), il va également y avoir une meilleure libération du centrat par flottation, une diminution des sels dans les boues et dès lors, et ici encore, de meilleures possibilités de déshydratation.

10 Enfin dans le cas de l'utilisation d'un digesteur (avec utilisation de bactéries anaérobies) on va augmenter l'apparition de méthane, tout en augmentant le temps de séjour dans le digesteur, et donc son rendement.

15 Par ailleurs, du fait de la baisse des charges organiques dans l'eau obtenue avec l'invention, il est de ce fait enregistré une diminution de la DCO des concentrats des boues épaissies, avec une meilleure captation des graisses et des mousses issues de la  
20 phase biologique, ainsi qu'une baisse de la concentration en sels et une meilleure capacité de déshydratation.

Dans ce but l'invention propose notamment un procédé d'épuration en continu d'un flux d'eaux  
25 domestiques ou industrielles dans lequel on traite le flux dans un réacteur biologique par injection d'un gaz oxydant dans ledit flux et obtention d'une première séparation entre la partie liquide que l'on évacue et une boue organique que l'on fait décanter  
30 en partie basse du réacteur ou d'un séparateur/décanteur adjacent, de sorte que ladite

boue comprend entre 4 et 12 g/l de Matières Sèches (MS), caractérisé en ce que, on alimente avec ladite boue en flux continu à un débit  $q$ , via une première enceinte et/ou directement au travers d'une première restriction, une deuxième enceinte en injectant de l'air dans ladite deuxième enceinte à un débit  $Q \geq q$ , pour obtenir une émulsion, on crée une perte de charge déterminée dans l'émulsion par une deuxième restriction d'alimentation d'une troisième enceinte, on injecte un flocculant dans ladite troisième enceinte, on dégaze ladite émulsion, on récupère l'émulsion ainsi dégazée dans un bac de récupération, la boue flocculée et aérée de ladite émulsion flottant alors en partie haute du bac de sorte que le concentrat liquide restant est chargé en Matières Sèches à un taux inférieur à 100 mg/l et présente un potentiel redox positif d'au moins 50mV et augmenté d'une valeur d'au moins 100mV par rapport à celui de la boue en entrée de la première enceinte, puis on évacue en continu ou semi-continu ladite boue flocculée et on réinjecte le concentrat en amont du, ou dans le réacteur biologique.

Autrement dit l'invention propose notamment un procédé d'épuration en continu d'un flux d'eaux domestiques ou industrielles dans lequel on traite le flux dans un réacteur biologique par injection d'un gaz oxydant dans ledit flux et obtention d'une première séparation entre la partie liquide que l'on évacue et une boue organique que l'on fait décanter en partie basse du réacteur ou d'un séparateur/décanteur adjacent, de sorte que ladite

boue comprend entre 4 et 12 g/l de Matières Sèches (MS), caractérisé en ce que, on alimente avec ladite boue en flux continu à un débit  $q$ , via une première restriction directement, ou au travers d'une enceinte dite première enceinte, une enceinte suivante dite deuxième enceinte en injectant de l'air dans ladite deuxième enceinte à un débit  $Q \geq q$ , pour obtenir une émulsion,

on crée une perte de charge déterminée dans l'émulsion par une deuxième restriction d'alimentation d'une enceinte suivante dite troisième enceinte,

on injecte un flocculant dans ladite troisième enceinte,

on dégaze ladite émulsion,

on récupère l'émulsion ainsi dégazée dans un bac de récupération, de façon à ce que la boue flocculée et aérée de ladite émulsion flotte alors en partie haute du bac de sorte que le concentrat liquide restant est chargé en Matières Sèches à un taux inférieur à 100 mg/l et présente un potentiel redox positif d'au moins 50mV et augmenté d'une valeur d'au moins 100mV par rapport à celui de la première boue en entrée de la première enceinte

puis on évacue en continu ou semi-continu ladite boue flocculée et on réinjecte le concentrat en amont du, ou dans le réacteur biologique

Par concentrat on entend les eaux séparées des boues obtenues suite au traitement biologique et au système épaisseur formé par les trois enceintes.

Les valeurs en mV sont celles lues sur les appareils redox de type classique à électrode à anneau de platine et à référence Ag/AgCl (par exemple un appareil de la société Hach Lange vendu sous la  
5 référence E31M003).

A noter que le potentiel d'oxydo-réduction, ou potentiel redox, est une grandeur empirique exprimée en volt (de symbole V) et notée  $E^\circ$  (Mn+/M) avec (M) un métal quelconque. Ce potentiel est exprimé par  
10 rapport à une différence, souvent mesurée par une électrode normale à hydrogène (ENH). Cette mesure, appliquée aux couples d'oxydo-réduction pour prévoir la réactivité des espèces chimiques entre elles, est en l'espèce mesurée avec l'appareil référencé E31M003  
15 de la société Hach Lange comme indiqué ci-dessus.

Par convention, le potentiel standard  $E^\circ$  est mesuré par rapport au couple proton/hydrogène ( $H^+/H_2$ ), de potentiel nul ce qui n'est pas le cas des valeurs exprimées dans le présent texte.

20 De façon indicative, et si il convenait de se référencer à cette définition standard, + 100mV deviendrait + 300mV.

En introduisant ainsi un centrat en amont du réacteur biologique, on améliore de plus de 5 %  
25 jusqu'à 20 % le rendement (% de MV ou taux de matière organique, conversion en matière minérale) de la station qui minéralise donc plus facilement les boues qui vont mieux sédimenter et rendre l'eau de meilleure qualité.



De même, avec l'invention on observe que les bactéries filamenteuses sont moins nombreuses ce qui rend la boue plus facile à déshydrater.

Enfin, avec l'invention on retrouve des temps de séjour acceptables et on évite un rejet intempestif de boues dans l'environnement par débordement de la station saturée, ce qui arrive régulièrement dans les stations existantes.

Dans des modes de réalisation avantageux, on a par ailleurs et/ou de plus recours à l'une et/ou à l'autre des dispositions suivantes :

- on régule le taux de concentration en matière sèche de la boue floculée en évacuant la dite boue floculée plus ou moins vite (sans dégrader la qualité du centrât en terme de matière en suspension). Avantageusement et ce faisant, on maintient constants les niveaux de potentiel redox et de MES (Matière en Suspension) dans le centrât (non dégradé) générés ;

- on traite au préalable les eaux domestiques ou industrielles dans une zone de décantation primaire en amont du réacteur biologique, pour séparer physiquement du reste des eaux les éléments de Matière en suspension décantable de taille supérieure à un diamètre équivalent déterminé supérieur à 0,01 mm ;

- on réinjecte le centrât dans une partie septique de la zone de décantation primaire ;

- on transfère et on traite la boue floculée dans un réacteur digesteur alimenté en bactéries anaérobies situé en aval du bac de récupération, et on récupère le méthane (CH<sub>4</sub>) dégagé du fait de ladite

digestion pour stockage et/ou utilisation énergétique ;

- le procédé comprend une étape d'épaississement supplémentaire des boues floculées et aérées ;

- 5        - la première enceinte est à une première pression comprise entre 0,2 et 6 bars relatifs, le débit  $q$  étant compris entre 5 m<sup>3</sup>/h et 100 m<sup>3</sup>/h, la deuxième enceinte est à une deuxième pression comprise entre 0,1 bar et 4 bars relatifs, le débit d'air  $Q$  étant
- 10        compris entre 5 Nm<sup>3</sup>/h et 1000 Nm<sup>3</sup>/h, et la troisième enceinte est à une troisième pression comprise entre 0,05 bar et 2 bars relatifs.

Dans le présent texte le Nm<sup>3</sup> (Normo-m<sup>3</sup>) est défini selon les normes internationales en vigueur, c'est à

15        dire comme étant le m<sup>3</sup> de gaz mesuré dans les conditions normales de température et de pression. En l'espèce on adopte par exemple la norme DIN1343 c'est à dire des conditions correspondant à une température de 273,15 °K (0°C) et une pression d'1 atm soit 101

20        325 Pa ;

- on alimente une enceinte intermédiaire entre les deuxième et troisième enceintes ;

- on injecte une deuxième fois de l'air en aval de la première injection dans une enceinte intermédiaire

25        située entre la deuxième et la troisième enceinte ;

- les première, et deuxième restrictions sont formées par des venturis ;

- la deuxième enceinte est une colonne de diamètre moyen  $d$  et de hauteur  $H \geq 10 d$  ;

- 30        - le floculant est un polymère injecté en sortie immédiate de la deuxième ou troisième restriction.

L'invention propose également un dispositif mettant en œuvre le procédé décrit ci-dessus.

Elle concerne aussi un dispositif d'épuration en continu d'un flux d'eaux domestiques ou industrielles

5 comprenant un réacteur biologique de traitement du flux par injection d'un gaz oxydant dans ledit flux et obtention d'une première séparation entre la partie liquide que l'on évacue et une boue organique que l'on fait décanter en partie basse du réacteur ou

10 d'un séparateur/décanteur adjacent, de sorte que ladite boue comprend entre 4 et 12 g/l de Matières Sèches (MS), caractérisé en ce que, il comprend des moyens d'alimentation avec ladite boue en flux continu à un débit  $q$ , via une première enceinte et/ou

15 directement au travers d'une première restriction, d'une deuxième enceinte, lesdites première et/ou deuxième enceinte, des moyens d'injection d'air dans ladite deuxième enceinte à un débit  $Q \geq q$ , pour obtenir une émulsion, des moyens de création d'une

20 perte de charge déterminée dans l'émulsion par une deuxième restriction, pour alimentation d'une troisième enceinte, ladite troisième enceinte, des moyens d'injection d'un floculant dans ladite troisième enceinte, des moyens de dégazage de ladite

25 émulsion, un bac de récupération de l'émulsion ainsi dégazée, des moyens de récupération de la boue floculée et aérée de ladite émulsion en partie haute du bac, des moyens de récupération du centrat liquide restant chargé en Matières Sèches à un taux inférieur

30 à 100 mg/l et présentant un potentiel redox positif supérieur à 50mV et augmenté d'au moins 100mV par

rapport à celui de la boue en entrée de la première  
enceinte, des moyens d'évacuation en continu ou semi-  
continu de ladite boue floculée et des moyens de  
réinjection du centrât en amont du, ou dans le  
5 réacteur biologique.

Autrement dit elle concerne également un  
dispositif apte à l'épuration en continu d'un flux  
d'eaux domestiques ou industrielles comprenant  
un réacteur biologique de traitement du flux avec  
10 injection d'un gaz oxydant dans ledit flux, agencé  
pour effectuer une première séparation entre la  
partie liquide que l'on évacue et une boue organique,  
des moyens de décantation de ladite boue, en partie  
basse du réacteur ou d'un séparateur/décanteur  
15 adjacent, lesdits moyens étant agencés pour que  
ladite boue comprenne entre 4 et 12 g/l de Matières  
Sèches (MS),

caractérisé en ce que, le dispositif comprend de plus  
des moyens d'alimentation avec ladite boue en flux  
20 continu à un débit  $q$ , via une première restriction,  
directement ou en série avec une enceinte dite  
première enceinte, d'une enceinte suivante dite  
deuxième enceinte,

lesdites première et/ou deuxième enceintes,  
25 des moyens d'injection d'air dans ladite deuxième  
enceinte à un débit  $Q \geq q$ , pour obtenir une émulsion,  
une deuxième restriction agencée pour créer une perte  
de charge déterminée dans l'émulsion pour  
alimentation d'une enceinte suivante dite troisième  
30 enceinte,

ladite troisième enceinte,

des moyens d'injection d'un flocculant dans ladite troisième enceinte,  
des moyens de dégazage de ladite émulsion,  
un bac de récupération de l'émulsion ainsi dégazée,  
5 des moyens de récupération de la boue flocculée et aérée de ladite émulsion en partie haute du bac,  
des moyens de récupération du centrât liquide restant agencé pour obtenir ledit centrât liquide chargé en Matières Sèches à un taux inférieur à 100 mg/l et  
10 présentant un potentiel redox positif d'au moins 50mV et augmenté d'une valeur d'au moins 100mV, par rapport à celui de la boue en entrée des enceintes,  
des moyens d'évacuation en continu ou semi-continu de ladite boue flocculée  
15 et des moyens de réinjection du centrât dans et/ou en amont du réacteur biologique.

Avantageusement l'injection dans le flux du gaz oxydant s'effectue avant qu'une suspension concentrée de 4 à 12g/l de matière sèche (MS), constituée  
20 essentiellement de résidus bactériens, ne sédimente en laissant en surverse une partie liquide que l'on évacue et que ladite suspension organique ou boue décantée en partie basse du réacteur ou du séparateur décanteur adjacent, de sorte que ladite suspension ou  
25 boue comprend entre 4 g et 12 g/l.

Egalement avantageusement le dispositif comprend de plus une enceinte intermédiaire entre les deuxième et troisième enceintes et des moyens d'injection d'air en aval de la première injection dans ladite  
30 enceinte intermédiaire.

Dans un mode de réalisation avantageux les première et deuxième restrictions sont formées par des venturis.

Egalement avantageusement la deuxième enceinte est  
5 une colonne de diamètre moyen  $d$  et de hauteur  $H \geq 10 d$ .

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit de modes de réalisation donnés ci-après à titre d'exemples non limitatifs. La  
10 description se réfère aux dessins qui l'accompagnent dans lesquels :

La figure 1 est un schéma de fonctionnement d'un premier mode de réalisation d'un dispositif mettant en œuvre le procédé selon l'invention.

15 Les figures 2 à 4 montrent schématiquement des modes de réalisation de systèmes épaisseurs utilisables avec l'invention.

La figure 5 est un graphe montrant les débits des boues purgées du séparateur/décanteur d'un réacteur  
20 biologique sans l'invention, et avec l'invention.

La figure 1 montre un dispositif 1 d'épuration comprenant un décanteur primaire 2 (par exemple un bassin) d'eaux usées 3, un réacteur biologique 4 connu en lui-même muni d'une section biologique 5  
25 alimenté via une pompe 6 à partir du décanteur 2 et d'une section 7 décanteur/clarificateur, munie d'une grille de séparation 8. L'eau obtenue est évacuée en 9 (par exemple vers une rivière) et la boue décantée 10 est pompée en 11 vers le système épaisseur 12,  
30 qui sera également décrit plus particulièrement en référence à la figure 2.

Le système 12 comprend une première restriction 13, une deuxième enceinte 14 alimentée en air pour former une émulsion 15, une deuxième restriction 16 et une troisième enceinte 17 par exemple en forme de  
5 tube muni de moyens 18 d'injection d'un flocculant.

L'émulsion ainsi flocculée et aérée 19 est récupérée en partie haute 20, d'un bac 21 de récupération de sorte que le concentrat 22 liquide est chargé en matière sèche à un taux inférieur à 100mg/l  
10 et présente un potentiel redox supérieur à 100mV.

Un tel résultat est obtenu grâce à la succession d'au moins deux restrictions, d'au moins une alimentation en air et de l'injection adéquate de flocculant aux emplacements adéquats, et ce  
15 avantageusement en respectant les rapports de débits encore précisés par exemple ci-après mais de façon non limitative en référence à la figure 2.

A noter également que de simples ajustages à la portée de l'homme du métier compte tenu des  
20 paramètres liés aux eaux traitées, aux dimensions des enceintes, et aux quantités d'air et de flocculant injectés, sont mis en œuvre pour obtenir un tel résultat.

On évacue ensuite en 23 la boue flocculée en  
25 continu ou semi-continu (par raclage ou vidange régulière de la boue accumulée en 20) dans un réacteur/digesteur 24 connu en lui-même, alimenté en bactéries anaérobies. Des moyens de récupération (pompe aspirant par exemple) en 25 sont prévus, le  
30 gaz méthane CH<sub>4</sub> étant réutilisable pour créer de

l'électricité dans une installation 26 connue en elle-même.

La boue ainsi digérée est récupérée en 27 pour épandage et/ou toute autre utilisation. Elle peut  
5 aussi être traitée à nouveau par un système 12' d'épaississement du type du système 12, le concentrat étant récupéré en 28.

De même, le digesteur 24 peut ne pas être présent, auquel cas la boue floculée est évacuée en 29 soit  
10 pour une utilisation autre (flèche 30) soit vers un système 12'' du type des systèmes 12, 12', avec concentrat récupéré en 31.

Selon l'invention les concentrats récupérés en aval des systèmes 12, 12' et/ou 12'' sont réinjectés via  
15 une pompe 32 en amont du réacteur biologique 4, avantageusement en 33 dans une zone septique 34 du décanteur primaire 2. On observe alors que cette réinjection augmente de façon significative la performance du procédé d'épuration.

20 Par augmenter la performance on entend une augmentation du temps de séjour dans le réacteur, une augmentation du potentiel d'oxydation (potentiel redox) et une meilleure minéralisation, et ce pour des eaux identiques à traiter.

25 La figure 2 montre plus précisément un système 12 d'épaississement des boues liquides 10 par exemple pompées par la pompe 11 à partir de la section 7 de stockage des boues à forte teneur organique selon un mode de réalisation de l'invention.

30 Le système 12 comprend une première enceinte 35 de petit volume par exemple cylindrique ou cubique, par



exemple de volume 10 l, de réception de la boue liquide, par exemple à une première pression déterminée  $P_1$  un peu inférieure à la pression  $P_0$  de sortie de la pompe d'alimentation 11, du fait des  
5 pertes de charges du circuit d'alimentation 36 (tube flexible par exemple). Le débit  $q$  de la pompe est par exemple compris entre 5 m<sup>3</sup>/h et 50 m<sup>3</sup>/h par exemple 10 m<sup>3</sup>/h, et la première pression déterminée  $P_1$  est de 2 bars absolus,  $P_0$  étant par exemple de 2,2 bars  
10 absolus.

L'enceinte 35 comprend à sa sortie une restriction 37, par exemple formée par un orifice ou ajutage 38, rond, par exemple de diamètre 2 cm, dans une paroi intermédiaire 39, de séparation avec une deuxième  
15 enceinte 40, de plus grand volume, par exemple 200 l.

La deuxième enceinte 40, par exemple cylindrique est à une deuxième pression  $P_2$  (par exemple 1,8 bar absolu) et est alimentée par exemple en partie basse par de l'air 41 à très fort débit  $Q = 500 \text{ Nm}^3/\text{h}$ , et  
20 une pression de plusieurs bars, par exemple 5 bars créant dans la chambre 42 formée par l'enceinte une émulsion 43 de gouttelettes de boue 44 qui s'évacue par l'intermédiaire d'une deuxième restriction 45 similaire ou identique à la restriction 37.

25 L'injection d'air dans l'émulsion juste après l'introduction de la boue dans la chambre, facilite le mélange qui se fait dans la partie en accélération après l'ajutage (effet éjecteur à air).

La deuxième restriction 45 débouche sur une  
30 enceinte intermédiaire 48, par exemple de volume plus important, par exemple 500 l, formé par un cylindre

49 dont l'intérieur est à une troisième pression  $P_3$ , par exemple de 1,6 bars absolu.

Une deuxième injection d'air 50 en partie basse de cette enceinte intermédiaire augmente encore la  
5 parcellisation ou dilution de la boue dans l'air, l'injection se faisant par exemple à un débit  $Q'$  de  $200 \text{ Nm}^3/\text{h}$ , avec par exemple  $50 \text{ Nm}^3/\text{h} < Q' \leq Q$ .

L'enceinte intermédiaire 48 alimente quant à elle et dans le mode de réalisation décrit ici, via une  
10 troisième restriction ou ajutage 51, une troisième enceinte 52, également cylindrique, par exemple de hauteur 3 m, à une quatrième pression  $P_4$  décroissante de l'entrée de l'enceinte en 53 à 1,2 bars jusqu'à la pression atmosphérique en partie haute.

15 La quatrième enceinte comprend une alimentation en flocculant 54 (par exemple un polymère connu) à un débit  $q'$ , par exemple fonction du type et du débit de boue, qui pourra être apprécié par l'homme du métier de façon connue en elle-même pour obtenir une bonne  
20 floculation.

Les boues s'évacuent ensuite par exemple gravitairement via une tubulure 55 éventée dans un sac filtrant 56, l'eau épurée 57 étant évacuée vers le bas et la boue épaissie étant quant à elle  
25 récupérée par exemple par pelletage pour constituer des blocs épaissis 59, par exemple d'un facteur 20 par rapport à la boue liquide 2 en entrée ( $\tau$  de MS multiplié par 10 avant égouttage dans le sac filtrant).

Selon l'invention l'eau épurée ou concentrat 57 est renvoyée en tête de traitement en amont du réacteur biologique par exemple dans la zone septique 34.

La figure 3 montre un autre mode de réalisation  
5 d'un dispositif 60 d'épaississement de boues liquides 61 introduites à une portion d'extrémité 62 d'un récipient 63 allongé autour d'un axe 64 et de hauteur H déterminée, par exemple 1 m.

Le récipient est maintenu à une pression moyenne  
10  $P'$  par exemple de 2 bars absolus, et est formé par un cylindre de diamètre  $d$  par exemple de 150 mm.

La boue alimente une zone réduite 65, par exemple de 10 l située à la portion d'extrémité 62 également alimentée au bout du récipient et en amont de  
15 l'introduction de la boue par une arrivée d'air 66 par exemple à une pression  $P'' > P'$ , par exemple 2 bars absolus.

L'air est alimenté à très fort débit  $Q'$  par exemple  $100 \text{ Nm}^3/\text{h}$ , la boue étant quant à elle  
20 introduite à un débit  $Q$  par exemple de  $10 \text{ m}^3/\text{h}$ .

La boue 61 éclate dans l'air qui est en surpression, une légère dépression  $\Delta P$  existant entre le récipient à l'arrivée de la boue en 65 et la sortie de l'émulsion de boue en aval 67 du récipient.

25 A la sortie du récipient 63 existe un venturi 68 et/ou une vanne de régulation générant une perte de charge par exemple de 0,4 bar, l'émulsion de boue étant ici évacuée dans une enceinte tubulaire 69 comprenant une première partie 70 cylindrique de  
30 diamètre  $d'$  (par exemple  $d' = d$ ) qui se trouve à une pression  $P'_1 < P'$ , par exemple ici de 1,6 bars (dans

l'exemple pris), dans laquelle peut être injecté, en aval du venturi, et à proximité de celui-ci (par exemple à 10 cm pour permettre un bon brassage), un réactif en 71, et/ou à nouveau de l'air (piquage 72).

5 Dans ce mode de réalisation, l'enceinte tubulaire comprend également une deuxième partie cylindrique 73, séparée de la première partie 70 par un deuxième venturi 74, ladite deuxième partie étant de diamètre  $d''$  avec par exemple  $d' = d'' = d$ .

10 En aval du venturi 74, et à proximité de celui-ci (1 à 10 cm) est prévu une alimentation 75 en floculant, avec des moyens connus en eux-mêmes (pompe doseuse etc...), et un évent 76 de mise à l'atmosphère et/ou une sortie 77 de boue ouverte à l'atmosphère,  
15 la pression  $P'_2$  dans cette deuxième partie étant donc très rapidement portée à la pression atmosphérique, par exemple de 1,3 bar à la sortie du venturi pour passer rapidement à 1 bars = 1 atmosphère à la sortie 77, l'émulsion devenant après l'ajout du floculant  
20 une émulsion d'air dans les flocons de boues, qui s'écoulent gravitairement sur la fin.

La longueur totale de l'enceinte  $L_2 \approx l_1 + l_2$ , est par exemple de 10 m, avec  $l_1 = 3$  m et  $l_2 = 7$  m, mais d'autres valeurs sont possibles, la proportion entre  
25  $l_1$  et  $l_2$  étant en général, mais non limitativement telle que  $l_1 < l_2$ .

Le dispositif 70 comprend de plus un filtre 78 et/ou un bac de décantation pour évacuation de l'eau épurée 79 en partie basse vers la zone 34 en amont ou  
30 dans le réacteur biologique et de la boue déshydratée 80 en partie haute.

On a représenté sur la figure 4 un troisième mode de réalisation d'un système 81 selon l'invention.

Le système 81 comprend un récipient 82 alimenté par un piquage 83 en partie basse, en boue liquide, et en dessous de ce piquage 83, alimenté en air comprimé à fort débit par un deuxième piquage 84.

Plus précisément le récipient est formé par une colonne verticale 85 comprenant une première partie formant un réservoir 86 de mélange/brassage très violent de l'air et de la boue, de petites dimensions par exemple cylindrique de hauteur  $h_1 = 50$  cm et de diamètre  $d_1$  30 cm soit un volume de l'ordre de 35 l, permettant d'obtenir la première émulsion 87 de gouttelettes 88 de boue cassée.

Cette émulsion de gouttes dans un fort flux ascendant d'air en pression pénètre ensuite dans une conduite cylindrique 89, prolongeant le réservoir 86, de plus petit diamètre  $d_2 < d_1$  par exemple de 10 cm de diamètre et qui s'étend sur une longueur  $h_2$  par exemple de 1 m (avec  $L_1 = h_1 + h_2$ ).

Dans cette colonne d'air, le flux gazeux effectue un arrachage (stripping en langue anglo-saxonne) des gaz contenus et/ou issus des boues et notamment de l'ammoniac  $NH_3$ , réalisant de façon étonnante et dépendante des conditions de fonctionnement et des boues organiques traitées, une élimination quasi complète des gaz indésirables (< quelques ppm) piégés dans les boues.

La longueur  $l_2$  est avantageusement dimensionnée pour ce faire par l'homme du métier.

En haut 90 de l'enceinte, une vanne 91 de régulation et/ou une soupape est prévue, d'évacuation vers une enceinte tubulaire 92.

La pression de l'émulsion 87 passe de  $P_1''$  (par exemple 3 bars) dans le réservoir initial 86, à  $P_2''$  (2,890 bars) un peu inférieure à  $P_1$  en partie haute de la colonne 89 du récipient, au niveau de la vanne 91, avec  $\Delta P'' = P_2'' - P_1'' =$  quelques millibars, puis à la sortie de la vanne à  $P_3'' = 2$  bars (du fait de la perte de charge de la vanne).

Plus précisément l'enceinte 92 comprend un premier tronçon 93 de longueur  $l_3$  par exemple 5 m, qui se termine par un venturi 94 faisant passer la pression  $P_3''' < P_3''$  à l'extrémité 95 du premier tronçon à une pression  $P_4''$  dans un deuxième tronçon 96 de l'enceinte en pente granitaire, muni d'un évent 97, le tronçon 96 étant de longueur  $l_4$  par exemple 1 m, avec  $L_2 = l_3 + l_4$ .

Le tronçon 96 est connecté au filtre 98 de séparation des matières en suspension 99 de la partie liquide 100, que l'on vide en continu en 101, pour la réinjecter dans la zone 34.

L'enceinte comprend des moyens 102 d'alimentation en floculant 103 à partir d'un réservoir 104 de préparation par brassage et mélange. Une pompe doseuse 105 amène le floculant dans l'émulsion de boue qui sort du récipient 82 au niveau de la sortie de la vanne 91, ou à proximité immédiate (i.e. quelques cm) dans une zone 106 assez perturbée du fait de la perte de charge générée par ladite vanne 91.  $P_3''$  est ici et par exemple passé de  $P_2'' \approx 2$

bars à  $P_3'' = 1,4$  bar,  $P_4''$  étant quant à elle à la pression atmosphérique, ou sensiblement à la pression atmosphérique du fait de l'évent 97.

Dans ce mode de réalisation, il a également été  
5 prévu une arrivée d'air complémentaire 107, injectée par exemple avec le flocculant par le piquage 108, ou en parallèle.

L'émulsion 109 à la sortie du traitement avec le flocculant devient une émulsion d'air dans la boue  
10 flocculée épaissie.

Les deux tronçons 93 et 96 sont par exemple cylindrique de même diamètre  $d_3$  par exemple égal au diamètre moyen du récipient par exemple  $\frac{d_1 + d_2}{2}$ .

2

15 Pour  $10 \text{ m}^3/\text{h}$  de boue liquide, un flux d'air de  $60 \text{ Nm}^3/\text{h}$  minimum, et ce quelque que soit le mode d'injection, le récipient présentant une section de 200 mm pour une hauteur de 5 m, 10 m, 30 m ou plus, on observe un effet de stripping (en langue anglo-saxonne) (arrachage des gaz piégés) très fort, l'air  
20 étant intimement mêlé à la boue.

Concernant le flocculant, on utilisera de préférence un polymère par exemple cationique.

Exemple, pour une boue contenant 7g/l de MS, on  
25 utilise 50 g de polymère brut, par exemple préparé à 5g/l soit une injection de 10 l de solution par  $\text{m}^3$  de boue. L'injection s'effectue en sortie immédiate de la colonne du récipient.

En variante, on peut ajouter un réactif améliorant  
30 les chocs entre les particules de boues. Il peut par

exemple être utilisé à hauteur de 10 %, 5 %, 1 % du taux de MS des boues, comme vu précédemment.

Ce réactif est par exemple du sable, du carbonate de calcium, de la chaux éteinte etc... Il est introduit  
5 en amont de la colonne par exemple au sein d'une cuve de mélange avec la boue liquide (non représenté).

Il peut également être apporté des réactifs d'oxydations.

Dans certaines applications, par exemple lorsque  
10 les boues contiennent beaucoup d'acides gras organiques ou que ces boues sont des boues issues de méthaniseur, on observe en effet d'excellents résultats.

Par exemple dans des proportions de 1 l de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ou  
15 1 l de S<sub>2</sub>O<sub>8</sub> pour 1 m<sup>3</sup> de boue contenant 40 g/l de MS.

Il peut également y avoir apport de réactif d'aide à la coagulation des matières organiques complémentaires.

Par exemple, pour une boue de 11 g/l de MS et 8%  
20 de MV (Matière Volatile soit matière organique / matière sèche) (environ matière organique/ matière sèche (?)) et pour 500 ml de boue, il est apporté 1 ml de FeCl<sub>3</sub> (solution à 10%) soit à l'introduction du liquide dans la colonne, soit avant l'introduction de  
25 flocculant (après colonne).

A titre d'exemple il a été réalisé des tests sur boue biologique avec filtre bande, à partir de boues chargées de 26 à 30 g/l en MS avec :

$Q' = 50 \text{ à } 80 \text{ Nm}^3/\text{h}$

30  $P = 1,7 \text{ bar}$  de pression du récipient/réacteur

$Q = 3 \text{ à } 15 \text{ m}^3/\text{h}$



A la sortie du procédé on obtient des boues à l'aspect poreux, secs, avec un séchage accéléré et une siccité de 25 à 35%.

On observe ainsi que, de façon étonnante et par simple décantation, l'eau permet à son eau déliée de s'évacuer directement gravitairement et à un fort potentiel redox > 100 mV.

La boue s'assèche alors progressivement, passant de 100 g/l de MS après la 1ère heure, à 130 g/l après 2 h, 160 g/l après 5 h, 350 g/l après 1 mois. (big bag).

D'autres exemples de traitement suivant le procédé mis en œuvre, par récupération sur benne filtrante ou sacs filtrants (big bag en langue anglo-saxonne) donnent :

Benne filtrante ; Ex 2 : 130 g/l après 20h et 180 g/l après 8 j

Benne filtrante ; Ex 3 : 100 g/l après 5 h, 130 g/l après 7 j.

Big bag ; Ex 4 : 100 g/l après 24h, 115 g/l après 7j et 221 g/l après 1 mois.

Big bag ; Ex 5 : 144 g/l après 24h, 154 g/l après 7j et 459 g/l après 1 mois.

Big bag ; Ex 4 : 120 g/l après 24h (alors qu'il a plu toute la nuit) et 402 g/l après 1 mois.

A noter que la boue traitée avec l'invention est au départ liquide en aval du réacteur biologique et agencée pour, après passage par le réacteur pour présenter une concentration en MS de 4 à 12 g/l.

Jusque 12 g/l une dilution n'est a priori pas requise. Si la boue est très dense, par exemple au-

delà de 40 g/l, en amont du réacteur on peut procéder à une dilution en entrée pour permettre un bon fonctionnement du pompage de la boue, qui est rappelons-le une boue organique, c'est à dire dont le  
5   taux de MO (Matière Organique) sur le taux de MS (Matière en Suspension) se situe entre 65 % et 85 %. Par Matière Organique on entend essentiellement des phospholipides, polysaccharides, protéines, alcalins, alcalino terreux et/ou métaux etc....

10       On a donné ci-après un autre exemple de fonctionnement, cette fois en référence à la figure 3 simplifiée (on s'affranchit de la première portion d'enceinte).

Le récipient 63 forme une première chambre en  
15   forme de tuyau de 20 cm de diamètre et de 50 cm de longueur, dans laquelle on introduit au débit  $Q = 10$  m<sup>3</sup>/h, une boue organique (issue du clarificateur du réacteur biologique d'une station d'épuration communale par exemple) à 6 g/l de MS et de l'air comprimé à 50 Nm<sup>3</sup>/h d'air à 1,9 bar grâce à un  
20   surpresseur.

Un orifice de 5 cm<sup>2</sup> ferme cette chambre sur une longueur de 10 cm.

En aval immédiat de celui-ci, on introduit dans  
25   l'enceinte 63 un floculant par exemple dosé à 10 g/l.

La pression post orifice chute progressivement pour arriver à l'atmosphère après quelques mètres.

Par exemple : l'enceinte 63 qui forme une chambre post orifice est aussi un tuyau de 3 m de longueur et  
30   20 cm de diamètre.

A l'extrémité de l'enceinte, l'ensemble des flux rejoint par exemple une poche filtrante (filtre 80) au seuil de coupure de 500  $\mu$ m donnant immédiatement une siccité de 10% (ou 100 g/l) et un filtrat clair  
5 en 79 de 50 mg d'oxygène (O<sub>2</sub>) par litre (DCO).

Les réactifs sont introduits liquides par des pompes doseuses. Classiquement, plus les boues sont concentrées plus les réactifs doivent être préparés dilués.

10 La sortie du dispositif s'effectue à l'atmosphère. Mais la mise à l'atmosphère peut éventuellement être régulée dans un mode de réalisation de l'invention, de façon à récupérer la pression de l'appareil de séparation aval.

15 A la sortie, les boues peuvent bien évidemment être utilisées en épandage sur le sol, sans ou après compostage, seules ou avec des déchets verts ou autres.

Elles peuvent aussi être séchées sur des lits de  
20 séchages simples ou solaires.

Le centrât est quant à lui renvoyé en tête comme indiqué ci-avant dans l'invention.

On remarque que curieusement, les boues obtenues sont « non odorantes » et ne fermentent pas avec le  
25 temps (fermentation anaérobie)

En fait, la bonne dilution avec l'air permet aux boues de posséder un pouvoir de déshydratation élevé, dû à la présence des bulles d'air.

On observe que grâce à une concentration des  
30 boues optimisée, obtenue avec l'invention, celle-ci va très favorablement maximiser la fonction de

déshydratation, permettant d'obtenir une eau déliée de forte résistivité, grâce au procédé décrit ci-avant, ce qui permet lorsqu'elle est réinjectée en amont d'obtenir un meilleur rendement.

5 Comme indiqué ci-avant le dispositif et le procédé décrits permettent d'améliorer le rendement d'une station d'épuration en produisant des boues plus facilement déshydratables, par exemple plus concentrées de 30 g/l de MS pour un appareil  
10 d'épaississement ou de déshydratation donné.

Avec l'invention on constate en effet que :

Grâce à la faible charge en MS recirculante et grâce à l'aide à l'oxydation obtenue du fait de l'élévation du redox ou de la saturation en O<sub>2</sub> de l'eau extraite  
15 des boues, la charge moyenne des bassins de traitement biologique diminue.

Cela permet d'augmenter alors le temps de présence dans ces bassins pour une concentration MS fixée, et par conséquent d'améliorer le procédé de  
20 minéralisation des boues et donc leur faculté à sédimenter ou à être déshydratées (ce sont les colloïdes organiques qui piègent l'eau au sein de floccs très hydratés).

Il est alors possible d'éviter les phénomènes de  
25 départ de boue dans les eaux de surverses des bassins clarificateurs.

De la même manière l'apport de redox positif est supérieur à 100 mV.

A noter que les boues classiques sorties de  
30 clarification ont en général un redox de - 50 mV environ.

On observe donc avec l'invention un écart supérieur à 100mV, voire supérieur à 150 mV.

On remarque par ailleurs que l'apport de centrat avec un tel redox dans les zones septiques de la station permet d'éviter et/ou d'endiguer considérablement la prolifération de bactéries filamenteuses.

Ce sont celles-ci qui font obstacle à la bonne décantation des boues dans les bassins de clarification, mais aussi dans les bassins de décantations souvent encore utilisés pour épaissir les boues avant déshydratation ou digestion.

Lorsque la boue biologique passe de plus par une étape de digestion, on observe alors une augmentation de la déshydratation, ce qui conduit à une boue plus sèche en entrée de digesteur et donc à un débit hydraulique inférieur et par conséquent un temps de séjour accru.

Il y a de ce fait une production plus importante de biogaz ( $\text{CH}_4$ ) et une minéralisation accrue des boues facilitant à nouveau l'extraction de l'eau dans de bonnes conditions, et donc un meilleur centrat (MES) en retour en tête ainsi qu'une siccité augmentée, baissant directement la aussi les charges d'exploitations liées à l'élimination des boues.

Enfin, la porosité forte des boues obtenu avec l'invention leur confère une très faible viscosité ce qui garantit un excellent mélange dans le digesteur et donc une homogénéité des températures et une baisse de la consommation électrique liée au mélange au sein des digesteurs. Ces points permettent ainsi

d'augmenter le rendement de l'ensemble de l'unité de traitement.

On a également pu observer que la porosité des boues est telle que la vitesse ascensionnelle dans l'eau  
5 est au minimum de 25 m/h.

Par ailleurs une augmentation de la siccité de 30 g/l a un impact sur le temps de séjour de 15% dans un digesteur situé en aval ... ce qui laisse plus de temps pour produire du CH<sub>4</sub> à partir des substances  
10 organiques et pour les minéraliser.

On a, à titre d'exemple non limitatif, reproduit ci-après (tableau I) les résultats obtenus avec le procédé selon l'invention.

Ce tableau illustre l'effet immédiat du  
15 dispositif de traitement avec retour en tête tel que décrit en référence aux figures 1 et 2. On voit que le potentiel redox du centrat en sortie est toujours supérieur à 50 mV et que la différence entre l'entrée et la sortie toujours supérieure à + 100mV.

20

Tableau I

25

Date	Entrée		Epaissis	Centrat
	E	MS Entrée	MS Sortie	E
	mV	g/L	g/L	mV
24/12/2014	-85,00	5,29	70,23	113,50
02/01/2015	-119,60	6,13	66,39	74,40
07/01/2015	-88,40	5,06	71,37	94,40
07/01/2015	-79,60	5,16	67,79	93,80
14/01/2015	-48,80	6,02	64,69	103,20
15/01/2015	-103,30	5,70	56,00	82,30
28/01/2015	-108,00	5,32	75,40	92,70
28/01/2015	-15,40	6,20	68,72	103,00

30

La figure 5 illustre l'impact de l'invention sur la charge des bassins (séparateur/décanteur) d'un réacteur biologique d'une installation d'épuration existante classique d'eaux domestiques.

5 Les ronds représentant les charges ou concentration en boue des bassins (poids MS/Volume) ou MES, dont les valeurs (en g/l) figurent en ordonnée sur la partie gauche du graphe, et ce pour les jours figurant en abscisse.

10 Les losanges représentent les débits d'évacuation des boues (décharges) journalière, dont les valeurs figurent en ordonnée en m<sup>3</sup>/j, sur la partie droite du graphe.

Celui-ci se divise en deux zones.

15 Une première zone 200 sans mise en œuvre de l'invention séparée (trait vertical 201) d'une deuxième zone 202, avec mise en œuvre de l'invention (installation du type décrite en référence aux figures 1 et 2).

20 On constate (voir zone 202) que grâce à l'invention, on maintient une charge inférieure à 4 g/l tout en purgeant à des débits réguliers en général inférieur à 1 100 m<sup>3</sup>/j.

A l'inverse (voir zone 200) les charges sont  
25 régulièrement au-dessus de 4 g/l avec visiblement des pointes autour de 5 g/l et donc des risques de rejets des boues dans l'environnement, et que le débit de décharge ou purge est quasiment systématiquement au-dessus de 1 200 m<sup>3</sup>/j et en moyenne essentiellement  
30 au-dessus de 1 400 m<sup>3</sup>/j voire 1 600 m<sup>3</sup>/j.

Ce graphe illustre donc qu'avec l'invention on observe une baisse significative de la charge dans les bassins et donc une baisse importante du besoin de purge des boues par l'exploitant.

5           Celui-ci doit en effet purger pour ne pas avoir un voile de boue trop haut et des risques de départs de boue dans l'eau sortie de station.

          Le tableau II illustre quant à lui l'augmentation significative du rendement de la digestion avec l'invention (dans le cas où la station  
10 comprend un tel digesteur).

On y constate en effet qu'il y a plus d'inertie et surtout que 100 % de la boue produite pendant 1 mois est allée dans le digesteur.

15       Les AGV (Acides Gras Volatiles) baissent de plus significativement, ce qui démontre également le meilleur rendement de la station. Ce sont en effet des intermédiaires réactionnels et leur baisse montre que la digestion est plus complète.

20       Ce sont également des acides qui acidifient le milieu et bloquent une partie du processus de digestion.

Leur taux moindre est ainsi un révélateur significatif de l'amélioration obtenue avec l'invention.

25



Tableau II

Date	AGV	Rdt
	g/L	%MV
01/09/2014	0,32	48,97
02/09/2014	0,33	42,19
03/09/2014	0,29	45,32
12/09/2014	0,28	49,02
13/09/2014	0,29	51,69
14/09/2014	0,29	54,04
28/09/2014	0,30	53,31
29/09/2014	0,30	51,53
30/09/2014	0,32	55,72
14/10/2014	0,36	50,58
15/10/2014	0,35	52,67
16/10/2014	0,34	48,54
20/12/2014	0,31	52,28
21/12/2014	0,30	52,43
22/12/2014	0,30	53,42
05/01/2015	0,28	59,33
06/01/2015	0,26	53,93
07/01/2015	0,27	57,07
16/01/2015	0,26	51,89
17/01/2015	0,26	57,38
18/01/2015	0,26	55,50

Date	AGV	Rdt
	g/L	%MV
19/01/2015	0,26	59,01
20/01/2015	0,26	60,07
21/01/2015	0,26	63,66
22/01/2015	0,26	64,67
23/01/2015	0,26	64,03
24/01/2015	0,26	64,06
25/01/2015	0,26	64,79
26/01/2015	0,26	63,29
27/01/2015	0,26	59,47
28/01/2015	0,26	57,81
09/02/2015	0,23	58,65
10/02/2015	0,23	56,46
11/02/2015	0,22	60,66
21/02/2015	0,2	59,77
22/02/2015	0,2	61,69
23/02/2015	0,2	59,13
17/03/2015	0,19	62,22
18/03/2015	0,18	55,51
19/03/2015	0,18	61,06

Comme il va de soi et comme il résulte également de ce qui précède, la présente invention n'est pas limitée aux modes de réalisation plus particulièrement décrits. Elle en embrasse au contraire toutes les variantes et notamment celles où le nombre de portions et/ou tronçons d'enceinte est différent, par exemple supérieur à trois, ou encore le récipient est horizontal avec un seul tronçon.

REVENDICATIONS

1. Procédé d'épuration en continu d'un flux d'eaux domestiques ou industrielles dans lequel on  
5 traite le flux dans un réacteur biologique par injection d'un gaz oxydant dans ledit flux et obtention d'une première séparation entre la partie liquide que l'on évacue et une boue organique que l'on fait décanter en partie basse du réacteur ou  
10 d'un séparateur/décanteur adjacent, de sorte que ladite boue comprend entre 4 et 12 g/l de Matières Sèches (MS), caractérisé en ce que, on alimente avec ladite boue en flux continu à un débit  $q$ , via une première restriction directement, ou au travers d'une  
15 enceinte dite première enceinte, une enceinte suivante dite deuxième enceinte en injectant de l'air dans ladite deuxième enceinte à un débit  $Q \geq q$ , pour obtenir une émulsion,  
on crée une perte de charge déterminée dans  
20 l'émulsion par une deuxième restriction d'alimentation d'une enceinte suivante dite troisième enceinte,  
on injecte un flocculant dans ladite troisième enceinte,  
25 on dégaze ladite émulsion,  
on récupère l'émulsion ainsi dégazée dans un bac de récupération, de façon à ce que la boue flocculée et aérée de ladite émulsion flotte alors en partie haute du bac de sorte que le centrat liquide restant est  
30 chargé en Matières Sèches à un taux inférieur à 100 mg/l et présente un potentiel redox positif d'au

moins 50mV et augmenté d'une valeur d'au moins 100mV par rapport à celui de la première boue en entrée de la première enceinte

puis on évacue en continu ou semi-continu ladite boue  
5 flocculée et on réinjecte le centrât en amont du ou dans le réacteur biologique.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on régule le taux de concentration en matière sèche de la boue flocculée en évacuant la dite boue flocculée plus ou moins vite.  
10

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que on traite au préalable les eaux domestiques ou industrielles dans une zone de décantation primaire en amont du réacteur biologique, pour séparer  
15 physiquement du reste des eaux les éléments de Matière en suspension de taille supérieure à un diamètre équivalent déterminé supérieur à 0,01 mm.

4. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que on réinjecte le centrât dans une partie septique de la zone de décantation primaire.  
20

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que on transfère et on traite la boue flocculée dans un réacteur digesteur alimenté en bactéries anaérobies situé en aval du bac de récupération, et on récupère le gaz ammoniac dégagé du fait de ladite digestion pour stockage et/ou utilisation énergétique.  
25

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il  
30

comprend une étape d'épaississement supplémentaire des boues floculées et aérées.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la première enceinte est à une première pression comprise entre 0,2 et 6 bars relatifs, en ce que le débit  $q$  est compris entre 5 m<sup>3</sup>/h et 50 m<sup>3</sup>/h, en ce que la deuxième enceinte est à une deuxième pression comprise entre 0,1 bar et 4 bars relatifs, le débit d'air  $Q$  étant compris entre 50 Nm<sup>3</sup>/h et 1000 Nm<sup>3</sup>/h, et en ce que la troisième enceinte est une troisième pression comprise entre 0,05 bar et 2 bars relatifs.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'on alimente une enceinte intermédiaire entre les deuxième et troisième enceintes.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'on injecte une deuxième fois de l'air en aval de la première injection dans une enceinte intermédiaire située entre la deuxième et la troisième enceinte.

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les première, et deuxième restrictions sont formées par des venturis.

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la deuxième enceinte est une colonne de diamètre moyen  $d$  et de hauteur  $H \geq 10 d$ .

12. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le

floculant est un polymère injecté en sortie immédiate de la deuxième ou troisième restriction.

13. Dispositif apte à l'épuration en continu d'un flux d'eaux domestiques ou industrielles
- 5 comprenant
- un réacteur biologique de traitement du flux avec injection d'un gaz oxydant dans ledit flux, agencé pour effectuer une première séparation entre la partie liquide que l'on évacue et une boue organique,
- 10 des moyens de décantation de ladite boue, en partie basse du réacteur ou d'un séparateur/décanteur adjacent, lesdits moyens étant agencés pour que ladite boue comprenne entre 4 et 12 g/l de Matières Sèches (MS),
- 15 caractérisé en ce que, le dispositif comprend de plus des moyens d'alimentation avec ladite boue en flux continu à un débit  $q$ , via une première restriction, directement ou en série avec une enceinte dite première enceinte, d'une enceinte suivante dite
- 20 deuxième enceinte,
- lesdites première et/ou deuxième enceintes,
- des moyens d'injection d'air dans ladite deuxième enceinte à un débit  $Q \geq q$ , pour obtenir une émulsion, une deuxième restriction agencée pour créer une perte
- 25 de charge déterminée dans l'émulsion pour alimentation d'une enceinte suivante dite troisième enceinte,
- ladite troisième enceinte,
- des moyens d'injection d'un floculant dans ladite
- 30 troisième enceinte,
- des moyens de dégazage de ladite émulsion,

un bac de récupération de l'émulsion ainsi dégazée,  
des moyens de récupération de la boue floculée et  
aérée de ladite émulsion en partie haute du bac,  
des moyens de récupération du concentrat liquide restant  
5 agencé pour obtenir ledit concentrat liquide chargé en  
Matières Sèches à un taux inférieur à 100 mg/l et  
présentant un potentiel redox positif d'au moins 50mV  
et augmenté d'une valeur d'au moins 100mV, par  
rapport à celui de la boue en entrée des enceintes,  
10 des moyens d'évacuation en continu ou semi-continu de  
ladite boue floculée  
et des moyens de réinjection du concentrat dans et/ou en  
amont du réacteur biologique.

14. Dispositif selon la revendication 13,  
15 caractérisé en ce que qu'il comprend de plus une  
enceinte intermédiaire entre les deuxième et  
troisième enceintes et des moyens d'injection d'air  
en aval de la première injection dans ladite enceinte  
intermédiaire.

20 15. Dispositif selon l'une quelconque des  
revendications 13 et 14, caractérisé en ce que les  
première, et deuxième restrictions sont formées par  
des venturis.

25 16. Dispositif selon l'une quelconque des  
revendications 13 à 15, caractérisé en ce que la  
deuxième enceinte est une colonne de diamètre moyen d  
et de hauteur  $H \geq 10 d$ .

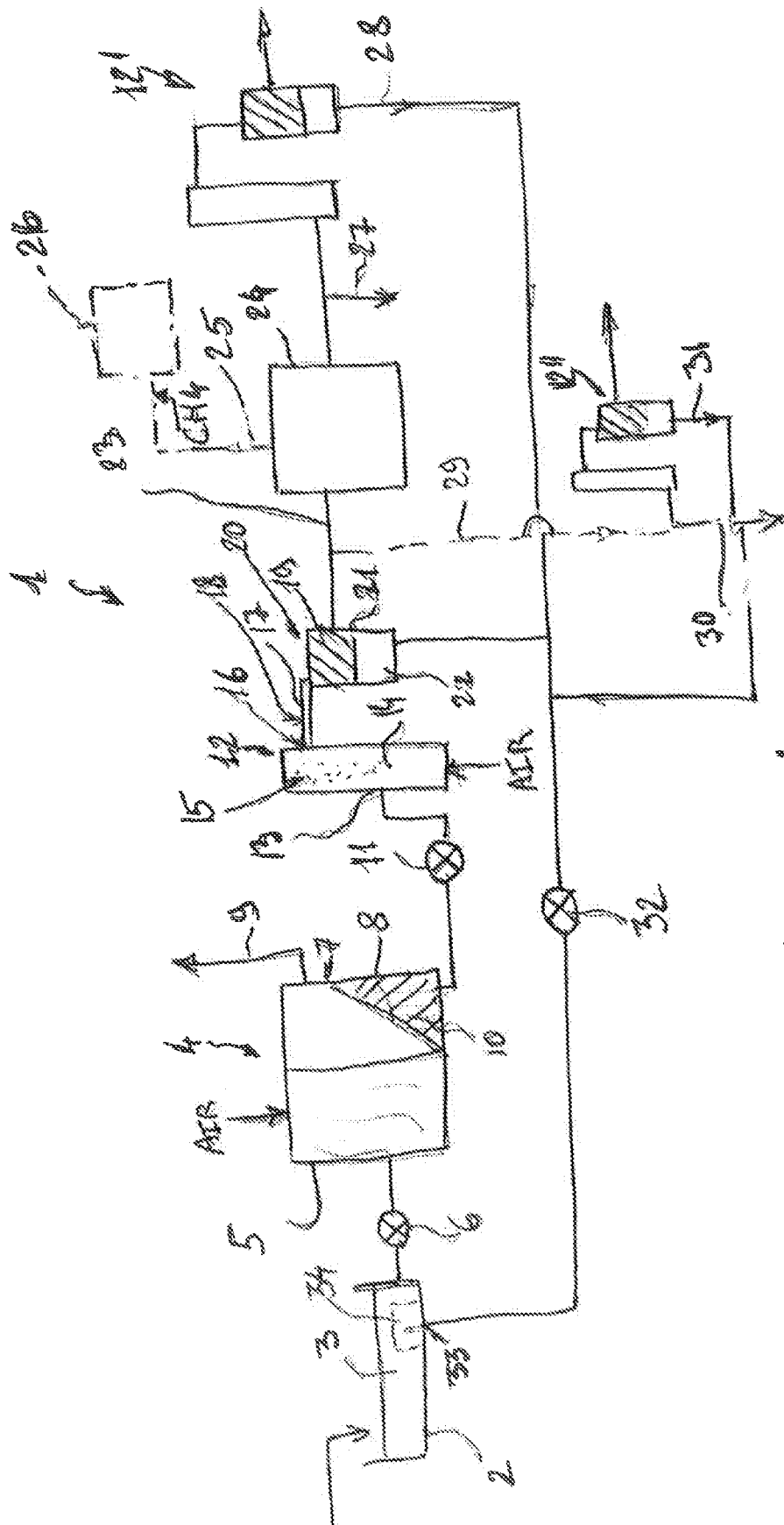
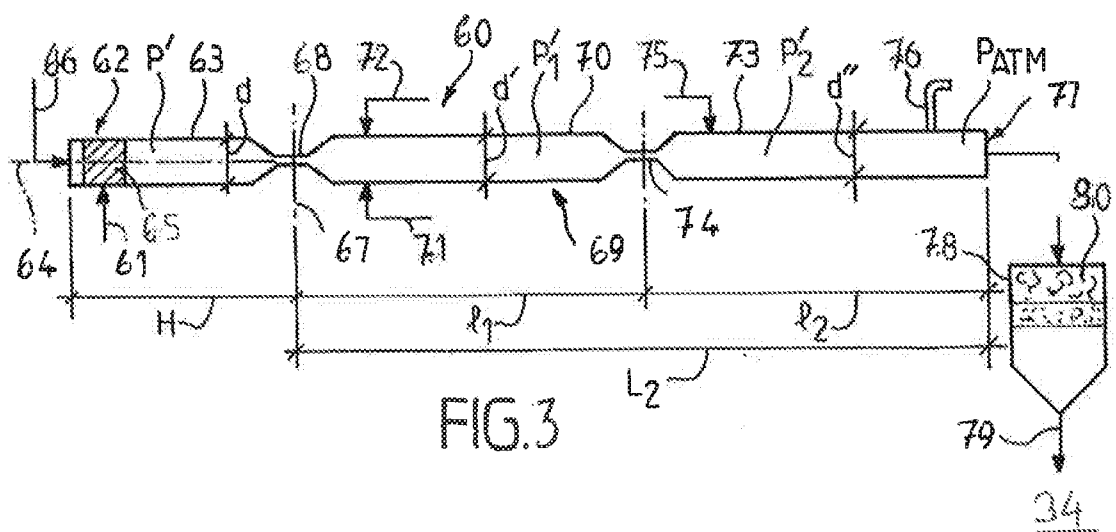
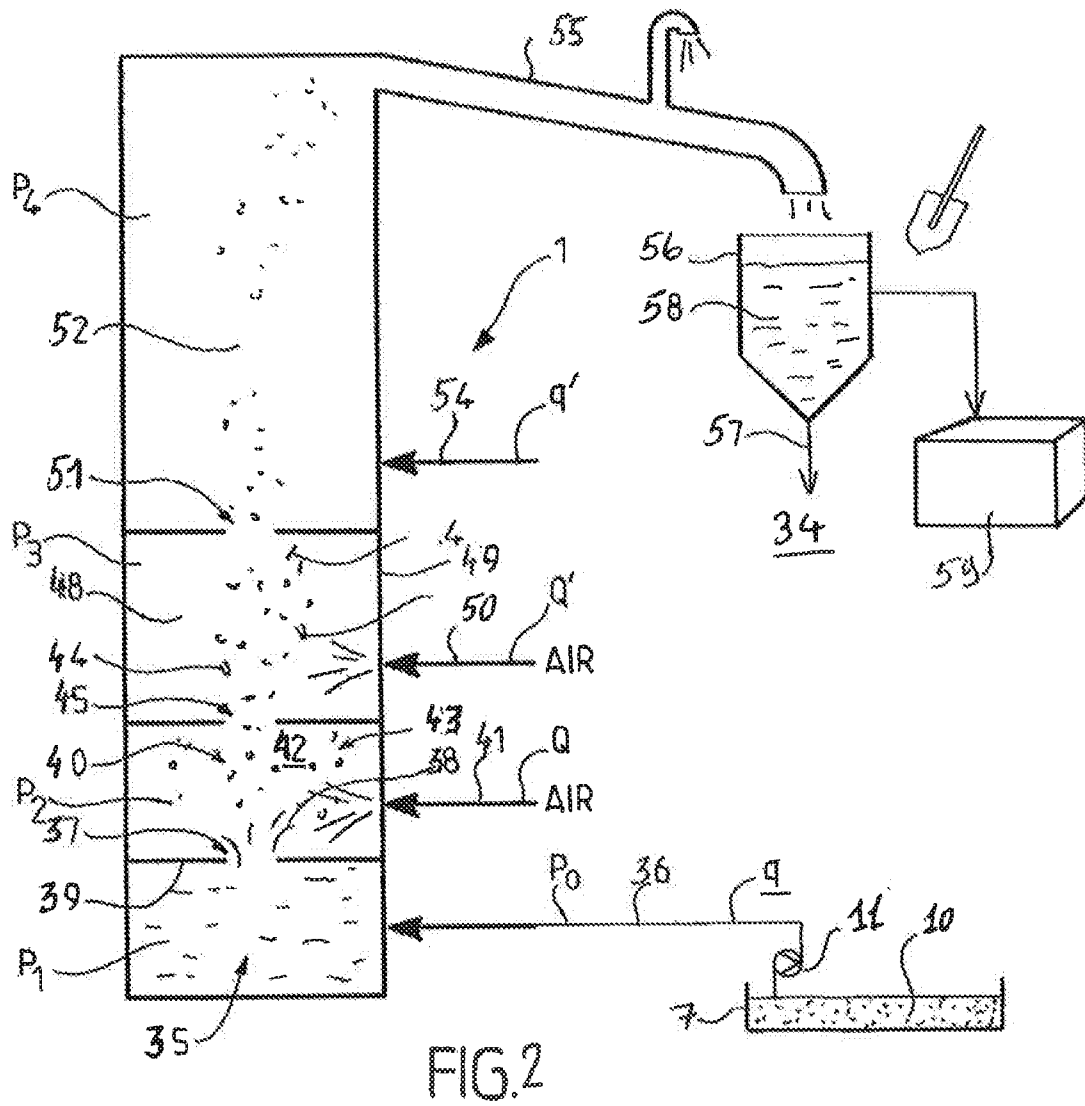


FIG. 1





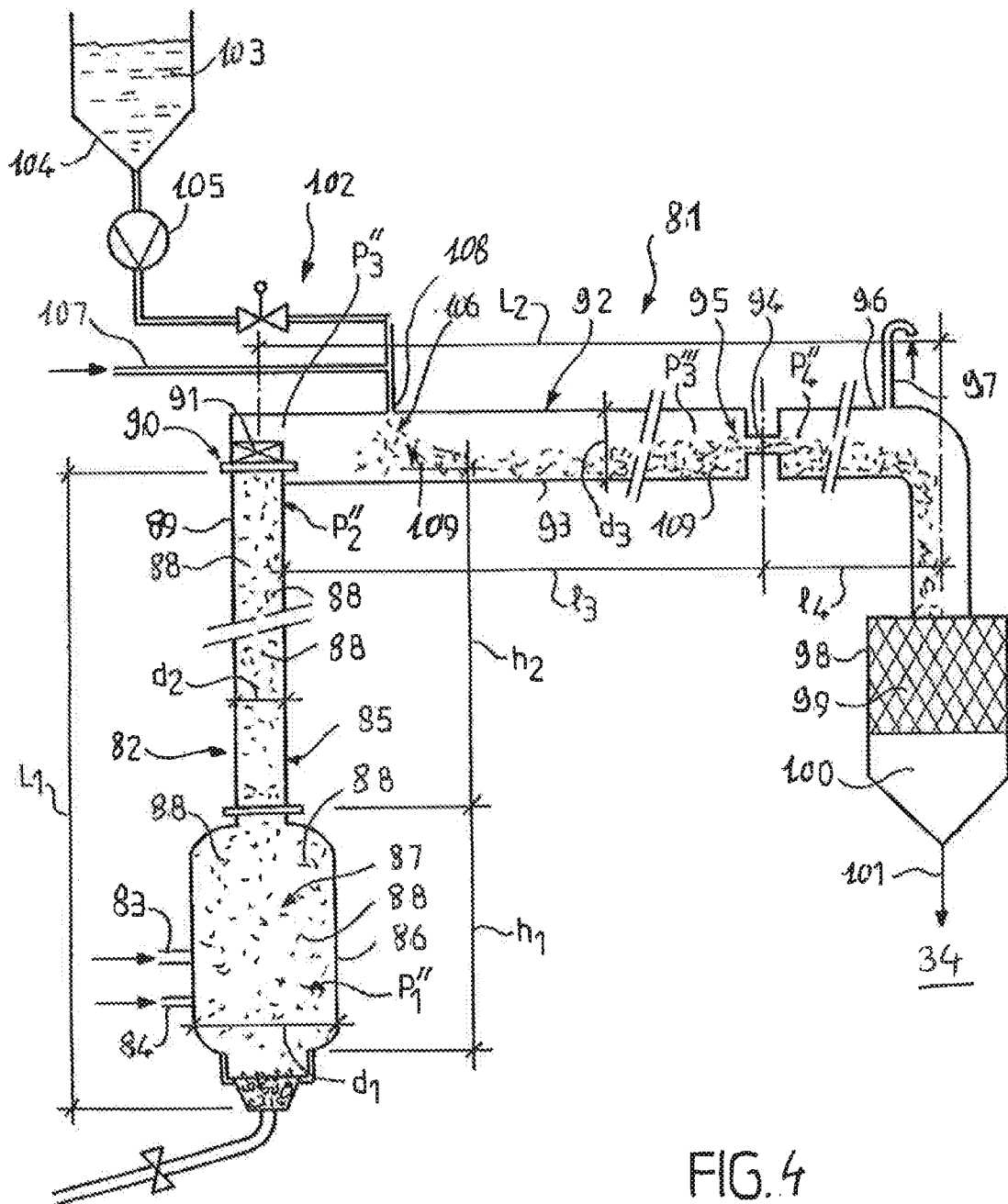


FIG. 4

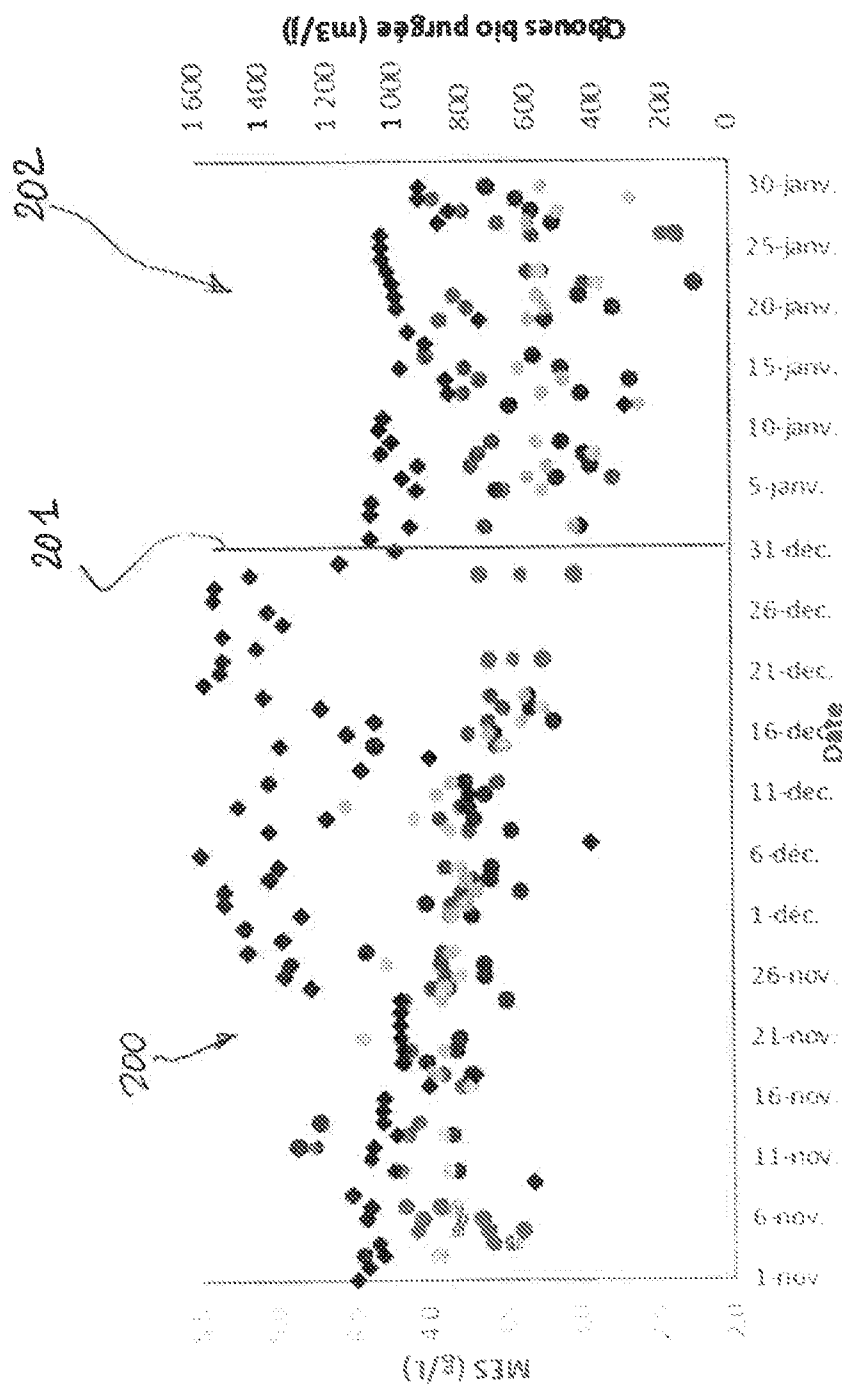


FIG-5

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/FR2016/051277

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. C02F11/14 C02F3/00 C02F3/02 C02F1/24  
ADD. C02F3/12 C02F11/16 C02F11/04

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

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C02F B01D

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 practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 042 493 A (MATSCH LADISLAS CHARLES ET AL) 16 August 1977 (1977-08-16) column 12, line 16 - column 13, line 44; figure 3 column 14, line 44 - column 16, line 41 -----	1-16
X	EP 2 354 096 A1 (PROMINENT ITALIANA S R L [IT]) 10 August 2011 (2011-08-10) figures 1-4 paragraph [0026] - paragraph [0043] paragraph [0055] -----	1-16
A	KR 101 031 191 B1 (CHO YUNG HO [KR]) 26 April 2011 (2011-04-26) abstract à comparer avec la fig 3 selon la demande; paragraph [0016] - paragraph [0033]; figure 3 ----- -/-	1-16

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

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

"E" earlier application or patent 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

1 August 2016

Date of mailing of the international search report

08/08/2016

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Oenhausen, Claudia

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2016/051277

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 203 568 959 U (CHENG ZHONGHE) 30 April 2014 (2014-04-30) abstract; figure 1 -----	1-16
A	CN 203 602 470 U (SCIENCE AND TECHNOLOGY NANJING DELEI CO LTD) 21 May 2014 (2014-05-21) abstract; figures 2-3 -----	1-16

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2016/051277

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4042493	A	16-08-1977	AR 217812 A1 30-04-1980
		AU 500264 B2 17-05-1979	
		AU 1905576 A 04-05-1978	
		BE 847702 A1 27-04-1977	
		BR 7607195 A 13-09-1977	
		CA 1072224 A 19-02-1980	
		CH 617412 A5 30-05-1980	
		DE 2648797 A1 12-05-1977	
		DK 486276 A 29-04-1977	
		FI 763060 A 29-04-1977	
		GB 1540469 A 14-02-1979	
		IE 44203 B1 09-09-1981	
		IL 50781 A 31-10-1979	
		IN 145560 B 05-01-1985	
		IT 1066302 B 04-03-1985	
		JP S5255258 A 06-05-1977	
		JP S5438823 B2 24-11-1979	
		NL 7611913 A 02-05-1977	
		NO 763670 A 29-04-1977	
		TR 19217 A 07-06-1978	
		US 4042493 A 16-08-1977	
		ZA 7605966 B 28-09-1977	
EP 2354096	A1	10-08-2011	EP 2354096 A1 10-08-2011
			IT 1398160 B1 14-02-2013
KR 101031191	B1	26-04-2011	NONE
CN 203568959	U	30-04-2014	NONE
CN 203602470	U	21-05-2014	NONE

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2016/051277

<b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b> INV. C02F11/14 C02F3/00 C02F3/02 C02F1/24 ADD. C02F3/12 C02F11/16 C02F11/04		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
<b>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</b> Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) C02F B01D		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 4 042 493 A (MATSCH LADISLAS CHARLES ET AL) 16 août 1977 (1977-08-16) colonne 12, ligne 16 - colonne 13, ligne 44; figure 3 colonne 14, ligne 44 - colonne 16, ligne 41 -----	1-16
X	EP 2 354 096 A1 (PROMINENT ITALIANA S R L [IT]) 10 août 2011 (2011-08-10) figures 1-4 alinéa [0026] - alinéa [0043] alinéa [0055] -----	1-16
A	KR 101 031 191 B1 (CHO YUNG HO [KR]) 26 avril 2011 (2011-04-26) abrégé à comparer avec la fig 3 selon la demande; alinéa [0016] - alinéa [0033]; figure 3 ----- -/--	1-16
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents         </div> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe         </div> </div>		
* Catégories spéciales de documents cités:		
<div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p> <p>"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&amp;" document qui fait partie de la même famille de brevets</p> </div> </div>		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée  <div style="text-align: center;">1 août 2016</div>		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale  <div style="text-align: center;">08/08/2016</div>
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé  <div style="text-align: center;">Oenhausen, Claudia</div>

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2016/051277

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	CN 203 568 959 U (CHENG ZHONGHE) 30 avril 2014 (2014-04-30) abrégé; figure 1 -----	1-16
A	CN 203 602 470 U (SCIENCE AND TECHNOLOGY NANJING DELEI CO LTD) 21 mai 2014 (2014-05-21) abrégé; figures 2-3 -----	1-16

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2016/051277

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4042493	A	16-08-1977	AR 217812 A1	30-04-1980
			AU 500264 B2	17-05-1979
			AU 1905576 A	04-05-1978
			BE 847702 A1	27-04-1977
			BR 7607195 A	13-09-1977
			CA 1072224 A	19-02-1980
			CH 617412 A5	30-05-1980
			DE 2648797 A1	12-05-1977
			DK 486276 A	29-04-1977
			FI 763060 A	29-04-1977
			GB 1540469 A	14-02-1979
			IE 44203 B1	09-09-1981
			IL 50781 A	31-10-1979
			IN 145560 B	05-01-1985
			IT 1066302 B	04-03-1985
			JP S5255258 A	06-05-1977
			JP S5438823 B2	24-11-1979
			NL 7611913 A	02-05-1977
			NO 763670 A	29-04-1977
			TR 19217 A	07-06-1978
			US 4042493 A	16-08-1977
			ZA 7605966 B	28-09-1977
-----				
EP 2354096	A1	10-08-2011	EP 2354096 A1	10-08-2011
			IT 1398160 B1	14-02-2013
-----				
KR 101031191	B1	26-04-2011	AUCUN	
-----				
CN 203568959	U	30-04-2014	AUCUN	
-----				
CN 203602470	U	21-05-2014	AUCUN	
-----				