

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

2 561 232

②1 N° d'enregistrement national :

84 03903

⑤1 Int Cl^a : C 02 F 3/28; B 01 J 19/18.

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 14 mars 1984.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 38 du 20 septembre 1985.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : SOCIETE ANONYME D'ETUDES, DE RE-
CHERCHES ET DE PRODUCTIONS D'AGENTS CHIMI-
QUES, ERPAC (société anonyme). — FR.

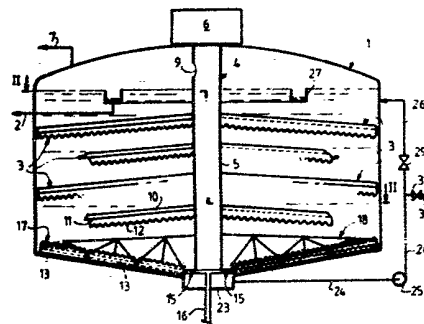
⑦2 Inventeur(s) : Georges Treyssac.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Cabinet Malémont.

⑤4 Procédé d'épuration d'un effluent par fermentation anaérobie et réacteur à lit de boues pour la mise en œuvre de ce procédé.

⑤7 Réacteur à lit de boues pour l'épuration d'un effluent contenant des substances organiques biodégradables, comprenant une enceinte 1 fermée pourvue de moyens de distribution 13 de l'effluent à traiter dans cette enceinte, d'une sortie 2 d'effluent traité, de moyens d'évacuation 3, 5, 7, 8, 9 du gaz produit au cours de la fermentation et de moyens de brassage du lit de boues, caractérisé en ce que les moyens de brassage sont constitués par des bras d'agitation 3 répartis dans ladite enceinte 1 et en liaison avec des moyens d'entraînement 4 aptes à leur communiquer une vitesse de déplacement convenable pour conférer au lit de boues un état de dispersion sensiblement intermédiaire entre celui que possède le lit de boues en phase de décantation et celui qu'il possède en phase d'épaississement.



FR 2 561 232 - A1

D

La présente invention a pour objet un procédé d'épuration par fermentation anaérobie d'un effluent contenant une ou plusieurs substances organiques biodégradables, qui consiste essentiellement à amener cet effluent, dans une zone de fermentation, au contact d'un lit de boues chargées de micro-organismes capables de provoquer la dégradation anaérobie desdites substances organiques biodégradables, à maintenir cet effluent au contact du lit de boues pendant un temps suffisant pour dégrader par fermentation tout ou partie des substances organiques biodégradables tout en brassant l'effluent et le lit de boues et en évacuant le gaz produits au cours de la fermentation, puis à sou-

5
10

Elle a également pour objet un réacteur pour la mise en oeuvre de ce procédé.

On sait que dans tout traitement d'épuration faisant intervenir des micro-organismes, il est essentiel, pour avoir un rendement d'épuration satisfaisant, que la concentration en micro-organismes soit aussi élevée que possible en tous points du milieu de fermentation, qu'il y ait un contact optimal entre les substances à dégrader et les micro-organismes et que le milieu de fermentation soit aussi homogène que possible. Or, il y a en pratique, incompatibilité entre ces différentes conditions. En effet, le contact optimal entre les substances à dégrader et les micro-organismes et l'homogénéité sont favorisés par un brassage intense du milieu de fermentation, alors qu'un tel brassage provoque l'expansion du lit de boues et par suite un abaissement de la concentration en micro-organismes. Les procédés existant à ce jour tendent en général à favoriser l'une de ces conditions au détriment des autres et les rendements de l'opération restent relativement peu satisfaisants.

15
20

Le but de la présente invention est de trouver un compromis entre les différentes conditions mentionnées ci-dessus pour parvenir à des processus d'épuration nettement plus avantageux que ceux obtenus par les techniques existant à ce jour.

25

Ainsi, le procédé conforme à l'invention se caractérise en ce que l'on réalise le brassage pour amener et/ou maintenir le lit de boues dans un état de dispersion sensiblement intermédiaire entre celui que possède le lit de boues en phase de décantation et celui que possède le lit de boues en phase d'épaississement.

30

On sait que lorsqu'on réalise la décantation d'une suspension dans une éprouvette cylindrique et que l'on trace la variation de la hauteur de

35

l'interface entre le liquide séparé et la suspension en décantation en fonction du temps, on obtient une courbe de décantation (voir figure 1 annexée) qui peut être décomposée en quatre parties qui sont dans l'ordre : une première partie sensiblement hyperbolique (AB) correspondant à la phase de floculation, une première partie rectiligne (BC) qui traduit une vitesse de chute constante des floes, une seconde partie sensiblement hyperbolique (CD) correspondant à un ralentissement progressif de la vitesse de chute et une seconde partie rectiligne (DE) qui correspond à la phase de compression où les floes se touchent et exercent une compression sur les couches inférieures. Quand on se trouve sur la première partie rectiligne (BC), les boues décantent et sont donc en phase de décantation et quand on se trouve sur la seconde partie rectiligne (DE), les boues s'épaississent et sont donc en phase d'épaississement (théorie de Kynch). Pour chaque type de suspension donné, il existe donc une phase de décantation correspondant à un état de dispersion relativement élevé et une phase d'épaississement correspondant à un état de faible dispersion. La Demanderesse a constaté que c'est en conférant au lit de boues un état de dispersion sensiblement intermédiaire entre celui existant en phase de décantation et celui existant en phase d'épaississement, qu'il est possible d'avoir à la fois une concentration satisfaisante en micro-organismes et un contact satisfaisant entre ces derniers et les substances à dégrader, condition indispensable pour parvenir à des rendements d'épuration intéressants. C'est cette constatation qui est à la base de la présente invention. Connaissant la courbe de décantation des boues mises en oeuvre dans le procédé d'épuration (déterminée expérimentalement), il sera relativement aisé à l'Homme de métier de déterminer comment il devra réaliser le brassage de ces boues pour leur conférer l'état de dispersion désiré. Cet état de dispersion pourra certes fluctuer dans le temps, mais il devra néanmoins rester dans l'intervalle correspondant à la partie (CD) de la courbe de décantation.

Le brassage peut être effectué de diverses manières, mais on préfère l'agitation mécanique qui, lorsqu'elle est réalisée sur toute la masse du lit de boues, permet d'atteindre une bonne homogénéité de ce lit.

Du fait de la hauteur du lit de boues, il peut y avoir un effet de tassement plus important dans la partie inférieure de la zone de fermentation que dans la partie supérieure de cette zone ; on comprendra dans ces conditions, qu'il est préférable que le brassage soit plus intense dans la partie

inférieure que dans la partie supérieure pour avoir une homogénéité optimale.

Si l'on se reporte à nouveau à la courbe de décantation évoquée précédemment, on note qu'entre la fin de la phase de décantation C correspondant au temps t_1 et le début de la phase d'épaississement D correspondant au temps t_2 , il y a séparation d'un volume donné V de liquide clair de la suspension en décantation. Conformément à l'invention, on amène l'effluent à traiter dans la zone de fermentation avec un débit sensiblement égal à $\frac{V}{t_2-t_1}$; en d'autres termes, on amène en un temps donné dans la zone de fermentation un volume d'effluent à traiter correspondant sensiblement au volume de liquide qui se sépare du lit de boues dans le même temps quand ce lit de boues est dans la phase intermédiaire entre la phase de décantation et la phase d'épaississement.

L'effluent à traiter sera par ailleurs avantageusement amené dans la zone de fermentation non pas ponctuellement, mais en le répartissant à la base de cette zone et ce, pour avoir un milieu le plus homogène possible, l'effluent traité étant soutiré à la partie supérieure de ladite zone. Selon une autre caractéristique du procédé selon l'invention, on soutire à différents niveaux de la zone de fermentation, tout ou partie du gaz produit au cours de la fermentation. En effet, comme la quantité de gaz présente dans la zone de fermentation est de plus en plus importante au fur et à mesure que l'on s'élève dans cette zone, la perturbation (agitation) du lit de boues provoquée par le déplacement de ce gaz, est croissante de bas en haut. Conformément à l'invention, il est donc possible de réduire sensiblement cette différence de perturbation et, partant, d'avoir un milieu sensiblement homogène où il y a, en tous points, contact optimal entre les micro-organismes et les substances à dégrader.

Compte tenu des impuretés apportées par l'effluent à traiter, de la production de bactéries et de boues bactériennes durant la fermentation et de la formation éventuelle au sein du lit de boues, de flocules, de mottes et/ou de granules de trop grosse taille susceptibles d'affecter le contact entre les micro-organismes et les substances à dégrader, il est avantageux de prévoir selon l'invention, d'extraire en continu ou périodiquement des boues de la zone de fermentation et de les soumettre éventuellement en tout ou partie à un traitement mécanique pour briser les concrétions formées en cours de fermentation et obtenir ainsi des boues finement divisées, avant de réintroduire les boues ainsi traitées dans la zone de fermentation.

On constate qu'au bout d'un certain temps de traitement, le lit de boues perd de son homogénéité et qu'il y a tendance à la formation de passages préférentiels de l'effluent à traiter à travers le lit de boues. Il s'ensuit une baisse notable de l'efficacité de contact entre l'effluent et les boues. Pour remédier à cet inconvénient, l'invention prévoit de soumettre périodiquement le mélange effluent à traiter - lit de boues à un brassage plus intense qu'en régime normal, de manière à détruire lesdits passages préférentiels et à rétablir l'homogénéité du lit de boues.

Le réacteur à lit de boues pour la mise en oeuvre du procédé selon l'invention, comprend une enceinte fermée pourvue de moyens de distribution de l'effluent à traiter dans cette enceinte, d'une sortie d'effluent traité, de moyens d'évacuation du gaz produit au cours de la fermentation et de moyens de brassage du lit de boues. Ce réacteur se caractérise en ce que les moyens de brassage sont constitués par des bras d'agitation répartis dans ladite enceinte et en liaison avec des moyens d'entraînement aptes à leur communiquer une vitesse de déplacement convenable pour conférer au lit de boues l'état de dispersion recherché. L'enceinte fermée évoquée ci-dessus pourra par exemple être de forme sensiblement cylindrique, la sortie d'effluent traité étant disposée à la partie haute de cette enceinte.

Il est usuel en matière d'agitation mécanique dans le domaine de la décantation-épaississement, de faire appel à des agitateurs du type herse à branches verticales. Or, ce type d'agitateurs est peu approprié pour atteindre le but recherché par la présente invention. En effet, la présence des branches verticales favorise le drainage de l'effluent à traiter vers le haut de l'enceinte et affecte ainsi l'efficacité de contact entre cet effluent et les boues. Une autre caractéristique selon l'invention consiste donc en ce que les bras d'agitation sont horizontaux ou légèrement inclinés par rapport à l'horizontale et aptes à être entraînés en rotation autour de l'axe de l'enceinte sensiblement cylindrique.

Par ailleurs, tout ou partie des bras peuvent être en liaison avec des moyens d'entraînement différents, ces moyens d'entraînement étant aptes à communiquer auxdits bras une vitesse de rotation croissant de la partie supérieure à la partie inférieure de l'enceinte. Cette disposition particulière permet en effet de tenir compte de la différence de tassement pouvant éventuellement exister entre la partie supérieure et la partie inférieure du lit.

Les moyens de distribution de l'effluent à traiter seront bien entendu disposés de préférence à la partie inférieure de l'enceinte sensiblement cylindrique et conformés pour y répartir le mieux possible l'effluent à traiter. On comprendra en effet que si l'effluent à traiter est introduit dans l'enceinte suivant un jet vertical unique, il n'y a pas contact optimum entre cet effluent et l'ensemble du lit de boues ; il y a par ailleurs expansion locale des boues et partant baisse de la concentration en micro-organismes dans la zone où se produit cette expansion.

Lorsque les bras d'agitation sont sensiblement horizontaux et tournent autour de l'axe de l'enceinte sensiblement cylindrique, le mélange effluent - lit de boues est lui-même entraîné en rotation autour de cet axe, le volume de mélange traversant une section donnée en un temps donné étant alors croissant de l'axe à la surface périphérique de l'enceinte. Ces conditions d'écoulement permettant une utilisation optimale du volume de l'enceinte et contribuant ainsi à l'obtention d'un contact optimal entre l'effluent à traiter et les boues, les moyens de distribution de l'effluent sont conformés pour délivrer un volume d'effluent croissant du centre à la périphérie de l'enceinte de manière à ne pas affecter ces conditions optimales.

Les moyens de distribution de l'effluent seront avantageusement constitués par au moins une canalisation reliée à une source d'effluent à traiter et s'étendant sensiblement parallèlement au fond de l'enceinte et au voisinage de ce fond, la surface cylindrique de cette canalisation étant pourvue d'ouvertures dirigées vers le fond de l'enceinte. Ce mode de distribution de l'effluent dans l'enceinte évite les introductions directes et ascendantes responsables d'expansions locales du lit de boues.

En vue d'obtenir une répartition encore plus uniforme de l'effluent à la base de l'enceinte, les moyens de distribution de l'effluent seront disposés radialement dans l'enceinte et aptes à être entraînés en rotation autour de l'axe de cette dernière.

Selon une autre caractéristique du réacteur selon l'invention, les moyens d'évacuation du gaz produit au cours de la fermentation comprennent une sortie de gaz prévue sur l'enceinte et en communication avec des moyens de drainage du gaz répartis dans ladite enceinte.

En vue de la simplification de réalisation du réacteur et pour éviter que les moyens de drainage du gaz ne constituent une source de pertur-

bation du lit de boues en mouvement, les moyens de drainage et les moyens de brassage ne font qu'un et sont constitués par des bras répartis dans l'enceinte, légèrement inclinés par rapport à l'horizontale et ayant la forme générale d'une gouttière renversée, l'extrémité la plus haute de chaque bras étant en communication avec ladite sortie de gaz.

Par ailleurs, l'extrémité la plus haute de chaque bras pourra coopérer respectivement avec une ouverture pratiquée dans un arbre creux, vertical, coaxial à l'enceinte sensiblement cylindrique et apte à être entraîné en rotation, l'extrémité supérieure de cet arbre émergeant au-dessus du niveau du mélange effluent-lit de boues présent dans l'enceinte, de sorte que le gaz produit au cours de la fermentation et se rassemblant dans le fond de la gouttière puisse s'échapper de cette dernière par ladite ouverture et via l'arbre creux vers la sortie de gaz.

L'arbre creux pourra en outre être constitué de plusieurs tronçons élémentaires coopérant respectivement avec des moyens d'entraînement aptes à les amener en rotation avec une vitesse croissant du tronçon supérieur au tronçon inférieur. Ainsi, les tronçons inférieurs pourront être animés d'une vitesse supérieure à celle des tronçons supérieurs, les gaz drainés étant évacués sans problème par les ouvertures pratiquées dans ces différents tronçons.

Il est usuel que les réacteurs connus de fermentation à lit de boues comprennent des moyens d'extraction de boues prévus à la partie inférieure de l'enceinte, ces moyens d'extraction coopérant avec un circuit de recirculation totale ou partielle des boues extraites; selon l'invention, ce circuit peut comprendre des moyens pour briser les concrétions présentes au sein des boues extraites, ces moyens étant par exemple constitués par une pompe centrifuge ou une pompe lacératrice.

Il est usuel également que les réacteurs connus du type de celui objet de la présente invention comprennent des moyens de raclage montés sur un ou plusieurs supports tournant autour de l'axe de l'enceinte sensiblement cylindrique, ces moyens étant sensiblement parallèles, disposés suivant une direction radiale au voisinage du fond de l'enceinte et inclinés par rapport à cette direction de manière à ce qu'en mouvement, ils ramènent les boues vers le centre du fond de l'enceinte. Selon une dernière caractéristique du réacteur selon l'invention dans lequel les moyens de distribution de l'effluent à traiter sont disposés radialement dans le fond de l'enceinte et sont aptes à être entraînés

en rotation autour de l'axe de ladite enceinte, ces moyens de raclage sont conformés pour assurer en outre une fonction de freinage de l'effluent issu des moyens de distribution en vue de réduire encore la vitesse ascendante de cet effluent à la base de l'enceinte et éviter ainsi que ledit effluent se crée des passages préférentiels au sein du lit de boues. Plus précisément, selon l'invention, lesdits moyens de raclage présentent la forme générale d'une gouttière renversée recouvrant sur une partie au moins de leur hauteur lesdits moyens de distribution, ces derniers se déplaçant de conserve avec les moyens de raclage.

L'invention est décrite plus en détails ci-après en regard des dessins annexés qui représentent, à titre d'exemple, un mode de réalisation et dans lesquels :

- la figure 1 donne la forme générale d'une courbe de décantation d'une suspension,

- la figure 2 est une vue en coupe longitudinale schématique d'un mode de réalisation du réacteur selon l'invention, ce réacteur étant de forme sensiblement cylindrique,

- la figure 3 est une vue en coupe selon la ligne II-III du réacteur selon la figure 2,

- la figure 4 est une vue partielle en perspective d'un élément d'agitation et de drainage des gaz du réacteur selon les figures 2 et 3,

- la figure 5 est une coupe transversale de l'élément selon la figure 4 et montre sa position sur l'arbre creux qui l'entraîne en mouvement,

- la figure 6 est une vue partielle en perspective d'un élément de raclage du réacteur selon les figures 2 et 3, et

- la figure 7 est une coupe transversale de l'élément de raclage selon la figure 6.

Comme le montrent les figures 2 et 3, le réacteur selon l'invention est constitué par une enceinte cylindrique 1 à fond plat ou de préférence conique. Cette enceinte est pourvue de moyens de distribution de l'effluent à traiter, d'une sortie 2 d'effluent traité, de moyens d'évacuation du gaz produit au cours de la fermentation et de moyens de brassage du lit de boues destiné à être présent dans l'enceinte 1. Ces derniers moyens sont plus précisément constitués par des bras d'agitation 3 répartis dans l'enceinte, ces bras étant légèrement inclinés par rapport à l'horizontale. Ces bras 3 sont en outre fixés à des moyens d'entraînement 4 aptes à les amener en rotation autour de l'axe

de l'enceinte 1. Comme le montrent les figures 2 et 3, ces moyens 4 sont constitués par un arbre creux vertical 5, coaxial à l'enceinte 1, dont l'extrémité inférieure est située à une certaine distance du fond de l'enceinte et dont l'extrémité supérieure fermée débouche à l'extérieur de l'enceinte 1. L'arbre 5 est en outre entraîné en rotation par un moteur 6. Les bras 3 peuvent être en nombre variable et de préférence uniformément répartis dans l'enceinte 1. Dans le mode de réalisation représenté, les bras sont répartis sur quatre niveaux par groupe de quatre dans chacun desquels ils sont disposés sensiblement à 90°. Les bras de chaque groupe sont en outre décalés angulairement de 45° par rapport aux bras d'un groupe adjacent.

Par ailleurs, si on le désire, l'arbre 5 peut être constitué de plusieurs tronçons élémentaires aptes à être amenés en rotation à des vitesses différentes, ce qui peut par exemple être réalisé en insérant entre deux tronçons adjacents, un jeu d'engrenages surmultiplicateur.

Par ailleurs, les moyens d'évacuation du gaz produit au cours de la fermentation, comprennent une sortie de gaz 7 disposée à la partie supérieure de l'enceinte 1, au-dessus du niveau du mélange effluent - lit de boues destiné à être présent dans ladite enceinte, cette sortie de gaz 7 étant en communication avec des moyens de drainage dudit gaz répartis dans l'enceinte. Dans le mode de réalisation représenté, ces moyens de drainage ne font qu'un avec les bras d'agitation 3 qui possèdent la forme générale d'une gouttière renversée avec un profil en V renversé, comme le montrent les figures 4 et 5. L'extrémité la plus haute de chaque bras 3 débouche dans l'arbre 5 par une ouverture 8 pratiquée dans ce dernier ; l'arbre creux 5 est en outre pourvu d'une ouverture 9 à sa partie haute à un niveau supérieur à celui du mélange effluent - lit de boues dans l'enceinte. Chaque bras 3 comprend plus précisément une aile antérieure (ou d'attaque) 10 et une aile postérieure 11 plus étendue que l'aile d'attaque 10 et se terminant par un peigne vertical 12 facilitant l'écoulement des boues.

Les moyens de distribution de l'effluent à traiter sont constitués par des canalisations 13 sensiblement parallèles au fond de l'enceinte et situés au voisinage de ce fond, la surface cylindrique de chaque canalisation 13 étant pourvue d'ouvertures 14 dirigées vers le fond de l'enceinte. Ces canalisations 13 sont en outre disposées radialement dans l'enceinte 1 et raccordées par des tuyauteries 15 à un conduit 16 relié à une source

d'effluent à traiter. Ce conduit 16, coaxial à l'enceinte 1, traverse le fond de cette dernière, un joint tournant étant placé entre le conduit 16 et la paroi de fond de l'enceinte pour permettre audit conduit de tourner librement autour de son axe. Pour donner plus de rigidité à l'ensemble, on peut solidaris-
5 riser les tuyauteries 15 à l'extrémité inférieure de l'arbre 5 comme on le voit sur la figure 2, les canalisations 13 étant ainsi entraînées en rotation par cet arbre autour de l'axe de l'enceinte.

Le réacteur selon l'invention comprend en outre des moyens de raclage 17 sensiblement parallèles, montés sur des supports 18 solidaires de
10 l'arbre 5, ces moyens 17 étant par ailleurs disposés suivant une direction radiale au fond de l'enceinte 1 et inclinés par rapport à cette direction. Ces moyens de raclage 17 ont la forme générale d'une gouttière renversée et, comme le montrent les figures 6 et 7, ils présentent en coupe transversale, l'aspect d'un V renversé. L'aile antérieure (aile d'attaque) 19 de chaque
15 moyen de raclage est plus étendue que l'aile postérieure 20, l'aile d'attaque 19 se prolongeant vers le haut par un peigne 21 et l'aile postérieure se terminant par un peigne 22. Les moyens de raclage 17 et les canalisations 13 sont par ailleurs dans une disposition relative telle que les premiers viennent respectivement coiffer les secondes, les moyens de raclage 17 se déplaçant
20 de conserve avec les canalisations 13.

Les moyens de raclage sont en nombre variable. Dans le mode de réalisation représenté, ces moyens sont répartis sur quatre supports 18 placés à 90° les uns des autres.

Le fond de l'enceinte 1 présente en son centre une dépression
25 23 formant un réceptacle pour les boues ramenées au centre par les moyens de raclage 17. Dans ce réceptacle débouche un conduit d'extraction 24 relié à l'aspiration d'une pompe 25 dont le refoulement est raccordé à une extrémité d'un conduit 26 dont l'autre extrémité débouche dans l'enceinte 1 suffisamment au-dessous du niveau du liquide pour maintenir une couche supérieure de
30 liquide clair, liquide clair qui est évacué en continu par surverse dans une rigole annulaire 27 s'étendant autour de l'arbre 5 et solidarisé à la paroi cylindrique de l'enceinte 1 par des montants 28. Le conduit 26 porte une vanne 29 ainsi qu'une dérivation 30 située en amont de cette vanne 22, dérivation qui porte elle aussi une vanne 31.

35 Le fonctionnement du réacteur qui vient d'être décrit est le

suisant. Le moteur 6 étant arrêté, on introduit dans l'enceinte 1 par le conduit 16, une boue concentrée ensemencée de micro-organismes anaérobies et portée à la température de fermentation. On amène alors en mouvement les bras d'agitation 3 en mettant en action le moteur 6, la vitesse de rotation de ces bras étant choisie pour que la boue soit amenée et maintenue dans un état de dispersion qui correspond sensiblement à celui que cette boue possède lorsque l'on se trouve sur la partie CD de sa courbe de décantation. En pratique, il faudra que l'expansion de la boue soit suffisante pour que l'interface liquide clair séparé/boue atteigne sensiblement une hauteur située entre les niveaux h_C et h_D (voir figure 1). On introduit alors en continu l'effluent à traiter (eaux résiduaires ou boues usées par exemple) lui également porté au préalable à la température de fermentation, avec un débit pouvant être déterminé à partir de la courbe de décantation évoquée ci-dessus et correspondant au volume de liquide clair séparé de la boue entre le temps t_1 (fin de la phase de décantation) et le temps t_2 (début de la phase d'épaississement). L'effluent à traiter progresse ainsi régulièrement et de manière homogène du fond de l'enceinte jusqu'au niveau de la rigole 27. Au cours de cette progression, les matières biodégradables dissoutes et/ou en suspension dans cet effluent sont dégradées par les micro-organismes présents sur le lit des boues et il se déverse dans la rigole 27, un liquide relativement clair débarrassé de tout ou partie des matières biodégradables qu'il contenait à l'origine. Pendant cette dégradation par fermentation, il y a dégagement de gaz (CH_4 , CO_2) qui sont extraits de la suspension liquide en mouvement, par les gouttières de drainage 3. Plus précisément, ces gaz viennent se rassembler dans le fond de ces gouttières et s'élèvent vers la sortie 7 via les ouvertures 8, l'arbre 5 et l'ouverture 9. Ce drainage réalisé à différents niveaux du réacteur empêche une accumulation croissante des gaz de bas en haut et, partant, la perturbation croissante de bas en haut du milieu de fermentation, perturbation qui rend impossible l'obtention d'un comportement homogène du réacteur sur toute sa hauteur.

Le lit de boues tendant à augmenter de volume du fait des impuretés et des micro-organismes formés, il est nécessaire de temps en temps d'extraire une certaine quantité de boues. Cette extraction se fait à la base du réacteur au niveau du réceptacle 23. Les moyens de raclage 17 ramènent en effet les boues vers ce réceptacle ; il s'agit avant tout des boues les plus

denses, à savoir les boues les plus minéralisées. L'extraction de ces boues est obtenue en amenant en fonctionnement la pompe 25, en ouvrant la vanne 31 et en fermant la vanne 29. Il est fréquent qu'au cours de la fermentation, l'aspect physique des boues change par formation, au sein de ces boues, de concrétions diverses telles que floccs, mottes et/ou granules, qui diminuent le degré de contact boues/matières à dégrader. Dans ce cas, l'extraction des boues est réalisée dans le but de modifier leurs caractéristiques physiques, avant de les réintroduire dans l'enceinte de fermentation. La pompe 25 est alors du type pompe centrifuge ou pompe lacératrice qui brise les concrétions et conduit à une boue finement divisée ; bien entendu, la vanne 29 sera ouverte et la vanne 31 fermée ou partiellement ouverte.

Il est à noter enfin que si l'effluent à traiter est constitué par un matériau trop concentré et, partant, trop visqueux, il est préférable de le diluer préalablement à son traitement, notamment en lui ajoutant une certaine quantité d'effluent déjà traité issu de la sortie 2.

REVENDEICATIONS

1. Procédé d'épuration par fermentation anaérobie d'un effluent contenant une ou plusieurs substances organiques biodégradables, qui consiste essentiellement à amener cet effluent, dans une zone de fermentation, au contact d'un lit de boues chargées de micro-organismes capables de provoquer la dégradation anaérobie desdites substances organiques biodégradables, à maintenir cet effluent au contact du lit de boues pendant un temps suffisant pour dégrader par fermentation tout ou partie des substances organiques biodégradables tout en brassant l'effluent et le lit de boues et en évacuant le gaz produit au cours de la fermentation, puis à soutirer l'effluent traité de ladite zone de fermentation, caractérisé en ce que l'on réalise le brassage pour amener et/ou maintenir le lit de boues dans un état de dispersion sensiblement intermédiaire entre celui que possède le lit de boues en phase de décantation et celui que possède le lit de boues en phase d'épaississement.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le brassage dans la partie inférieure de la zone de fermentation est plus intense que celui dans la partie supérieure de la zone de fermentation.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'on amène en un temps donné dans la zone de fermentation un volume d'effluent à traiter correspondant sensiblement au volume de liquide qui se sépare du lit de boues dans le même temps quand ce lit de boues est dans la phase intermédiaire entre la phase de décantation et la phase d'épaississement.

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'on amène l'effluent à traiter dans la zone de fermentation en le répartissant à la base de cette zone, l'effluent traité étant soutiré à la partie supérieure de ladite zone.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'on soutire à différents niveaux de la zone de fermentation, tout ou partie du gaz produit au cours de la fermentation.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'on extrait en continu ou périodiquement des boues de la zone de fermentation et en ce qu'éventuellement on les soumet en tout ou partie à un traitement mécanique pour briser les concrétions formées en cours de fermentation et obtenir ainsi des boues finement divisées, avant de réin-

roduire les boues ainsi traitées dans la zone de fermentation.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'on soumet périodiquement le mélange effluent à traiter - lit de boues à un brassage plus intense qu'en régime normal.

5 8. Réacteur à lit de boues pour la mise en oeuvre du procédé d'épuration selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, comprenant une enceinte (1) fermée pourvue de moyens de distribution (13) de l'effluent à traiter dans cette enceinte, d'une sortie (2) d'effluent traité, de moyens d'évacuation (3,5,7,8,9) du gaz
10 produit au cours de la fermentation et de moyens de brassage du lit de boues, caractérisé en ce que les moyens de brassage sont constitués par des bras d'agitation (3) répartis dans ladite enceinte (1) et en liaison avec des moyens d'entraînement (4) aptes à leur communiquer une vitesse de déplacement convenable pour conférer au lit de boues l'état de dispersion recherché défini à la revendication 1.
15

9. Réacteur selon la revendication 8 comprenant une enceinte (1) sensiblement cylindrique, la sortie (2) d'effluent traité étant située à la partie haute de cette enceinte, caractérisé en ce que les bras d'agitation sont horizontaux ou légèrement inclinés par rapport à l'horizontale et aptes à être entraînés en rotation autour de l'axe de l'enceinte.

20 10. Réacteur selon la revendication 9, caractérisé en ce que tout ou partie des bras sont en liaison avec des moyens d'entraînement différents, ces moyens d'entraînement étant aptes à communiquer auxdits bras une vitesse de rotation croissant de la partie supérieure à la partie inférieure de l'enceinte.

25 11. Réacteur selon la revendication 9 ou 10, caractérisé en ce que les moyens de distribution (13) de l'effluent à traiter sont disposés à la partie inférieure de l'enceinte (1) et conformés pour y répartir l'effluent.

30 12. Réacteur selon la revendication 11, caractérisé en ce que lesdits moyens de distribution sont en outre conformés pour délivrer un volume d'effluent croissant du centre à la périphérie de l'enceinte.

35 13. Réacteur selon la revendication 11 ou 12, caractérisé en ce que les moyens de distribution de l'effluent à traiter sont constitués par au moins une canalisation (13) reliée à une source d'effluent à traiter et s'étendant sensiblement parallèlement au fond de l'enceinte (1) et au voisinage de ce fond, la surface cylindrique de cette canalisation étant pourvue d'ou-

vertures (14) dirigées vers le fond de l'enceinte.

5 14. Réacteur selon la revendication 11, 12 ou 13, caractérisé en ce que les moyens de distribution de l'effluent à traiter sont disposés radialement dans l'enceinte et sont aptes à être entraînés en rotation autour de l'axe de cette dernière.

10 15. Réacteur selon l'une quelconque des revendications 8 à 14, caractérisé en ce que les moyens d'évacuation du gaz produit au cours de la fermentation comprennent une sortie (7) de gaz prévue sur l'enceinte (1) et en communication avec des moyens de drainage (3) du gaz répartis dans ladite enceinte.

15 16. Réacteur selon la revendication 15, caractérisé en ce que les moyens de drainage et les moyens de brassage ne font qu'un et sont constitués par des bras (3) répartis dans l'enceinte, légèrement inclinés par rapport à l'horizontale et ayant la forme générale d'une gouttière renversée, l'extrémité la plus haute de chaque bras étant en communication avec ladite sortie de gaz.

20 17. Réacteur selon la revendication 16, caractérisé en ce que l'extrémité la plus haute de chaque bras (3) coopère respectivement avec une ouverture (8) pratiquée dans un arbre (5) creux vertical, coaxial à l'enceinte et apte à être entraîné en rotation, l'extrémité supérieure de cet arbre (5) émergeant au-dessus du niveau du mélange effluent - lit de boues présent dans l'enceinte de sorte que le gaz produit au cours de la fermentation et se rassemblant dans le fond de la gouttière puisse s'échapper de cette dernière par ladite ouverture (8) et via l'arbre creux (5) vers la sortie (7) de gaz.

25 18. Réacteur selon la revendication 17, caractérisé en ce que l'arbre creux (5) est constitué de plusieurs tronçons élémentaires coopérant respectivement avec des moyens d'entraînement aptes à les amener en rotation avec une vitesse croissant du tronçon supérieur au tronçon inférieur.

30 19. Réacteur selon l'une quelconque des revendications 8 à 18, comprenant des moyens d'extraction (24,25) de boues prévues à la partie inférieure de l'enceinte, ces moyens d'extraction coopérant avec un circuit de recirculation (26, 29) totale ou partielle des boues extraites, caractérisé en ce que ce circuit comprend des moyens (25) pour briser les concrétions présentes au sein des boues extraites.

35 20. Réacteur selon la revendication 19, caractérisé en ce que

les moyens pour briser les concrétions sont constitués par une pompe centrifuge ou une pompe lacératrice.

21. Réacteur selon l'une quelconque des revendications 14 à 20, dans lequel les moyens de distribution (13) de l'effluent à traiter sont disposés radialement dans le fond de l'enceinte et sont aptes à être entraînés en rotation autour de l'axe de ladite enceinte et qui comprend des moyens de raclage (17) montés sur un ou plusieurs supports (18) tournant autour de l'axe de l'enceinte, ces moyens étant sensiblement parallèles, disposés suivant une direction radiale au voisinage du fond de l'enceinte et inclinés par rapport à cette direction de manière à ce qu'en mouvement, ils ramènent les boues vers le centre du fond de l'enceinte, caractérisé en ce que lesdits moyens de raclage (17) présentent la forme générale d'une gouttière renversée recouvrant sur une partie au moins de leur hauteur lesdits moyens de distribution (13), ces derniers se déplaçant de conserve avec les moyens de raclage.

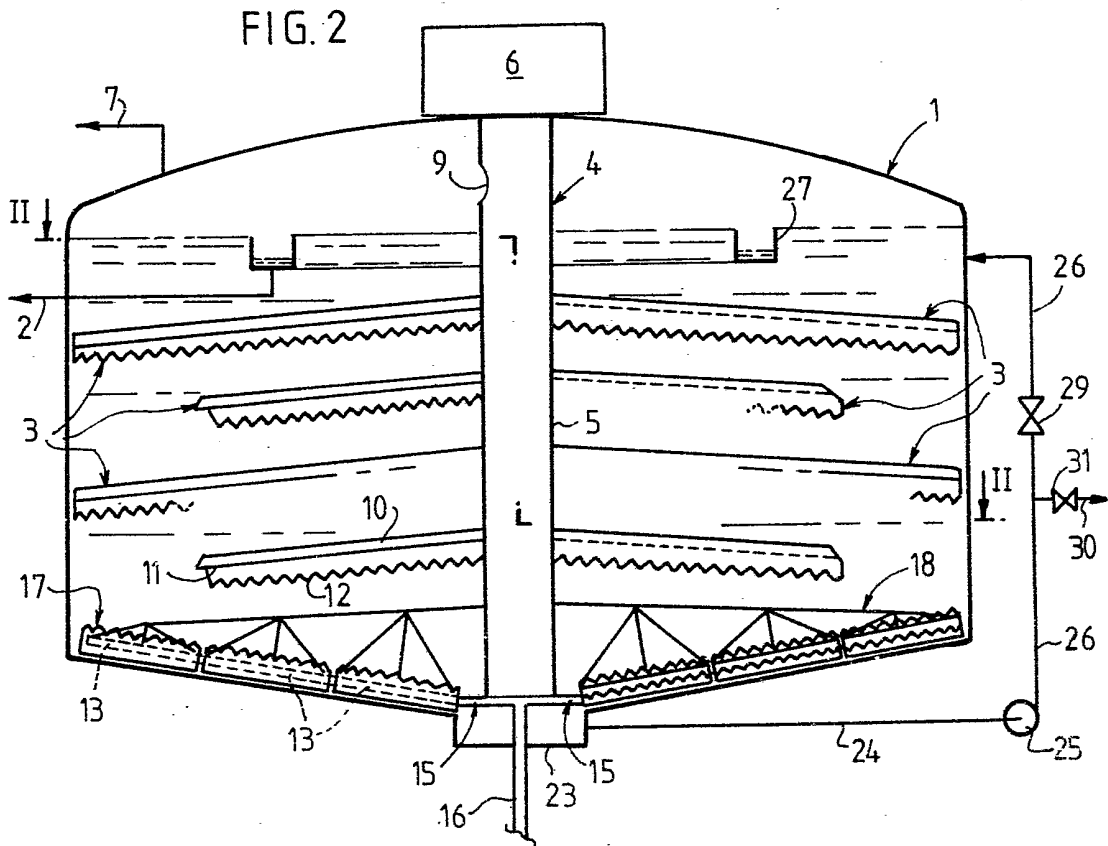
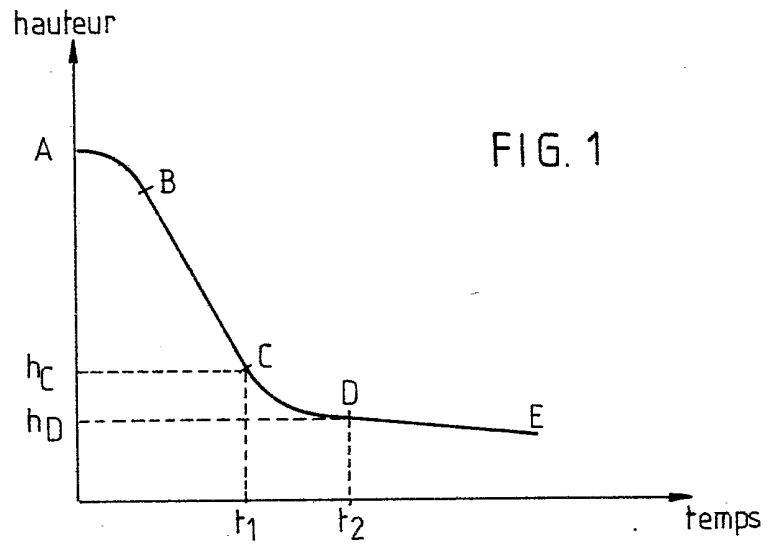


FIG. 3

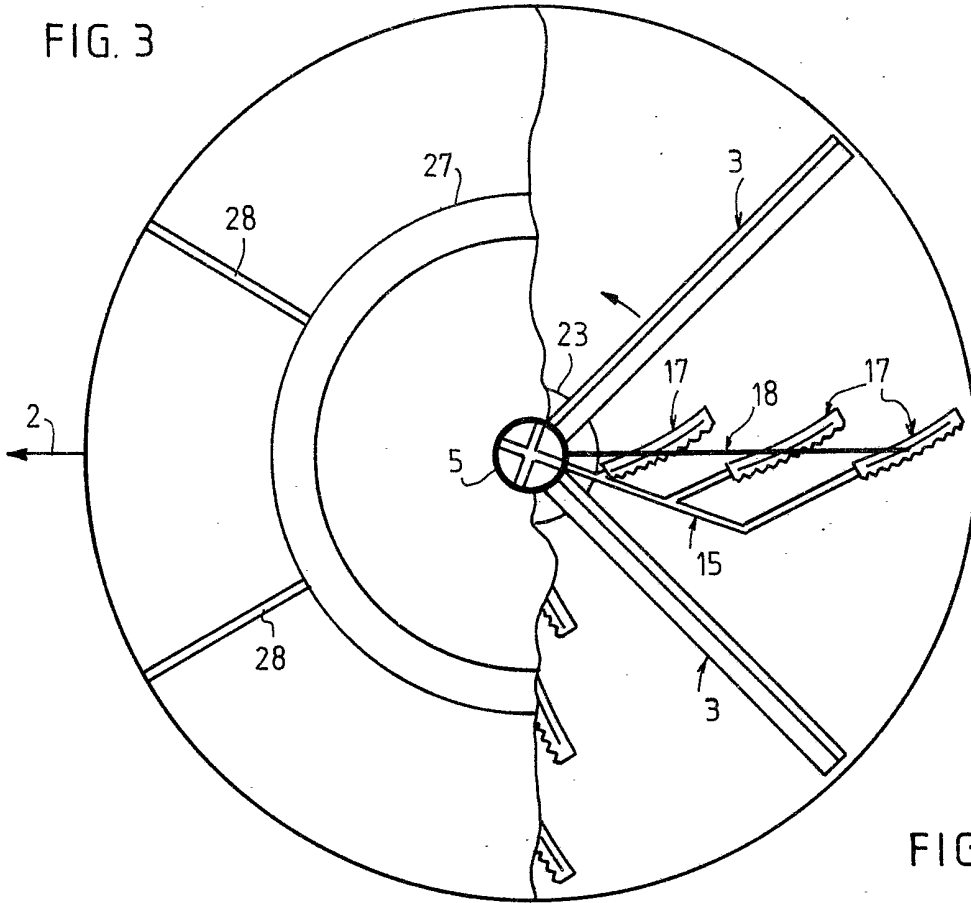


FIG. 6

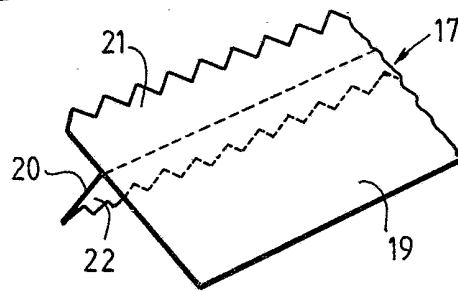


FIG. 4

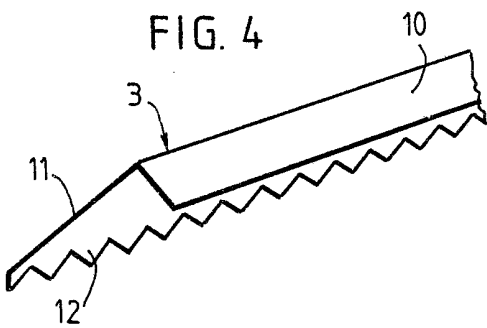


FIG. 5

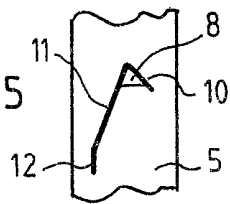


FIG. 7

