

ROYAUME DU MAROC  
-----  
OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE (19)  
INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE  
-----



المملكة المغربية  
-----  
المكتب المغربي  
للملكية الصناعية والتجارية  
-----

## (12) FASCICULE DE BREVET

(11) N° de publication : **MA 33446 B1** (51) Cl. internationale : **C02F 11/04**  
(43) Date de publication : **03.07.2012**

---

(21) N° Dépôt :  
**34553**

(22) Date de Dépôt :  
**19.01.2012**

(30) Données de Priorité :  
**04.09.2008 FR 08/04851**

(86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT :  
**PCT/FR2009/001058 04.09.2009**

(71) Demandeur(s) :  
**LM ENVIRONMENT, 211, Rue de la convention 75015 Paris (FR)**

(72) Inventeur(s) :  
**LEMAIRE, PIERRE**

(74) Mandataire :  
**CABINET PATENTMARK**

---

(54) Titre : **DISPOSITIF D'HOMOGENEISATION DES BOUES POUR DIGESTEUR ANAEROBIE**

(57) Abrégé : La présente invention concerne le traitement des eaux usées. L'invention se place dans le domaine des stations d'épuration, particulièrement des digesteurs anaérobies, très particulièrement des digesteurs anaérobies infiniment mélangés. Plus particulièrement, l'invention porte sur un dispositif d'homogénéisation des boues pour les digesteurs anaérobies qui sont utilisés dans les procédés de digestion anaérobie pour le traitement des boues des eaux usées domestiques et industrielles.

## ABREGE DESCRIPTIF

### DISPOSITIF D'HOMOGENÉISATION DES BOUES POUR DIGESTEUR ANAÉROBIE

La présente invention concerne le traitement des eaux usées. L'invention se place dans le domaine des stations d'épuration, particulièrement des digesteurs anaérobies, très particulièrement des digesteurs anaérobies infiniment mélangés. Plus particulièrement, l'invention porte sur un dispositif d'homogénéisation des boues pour les digesteurs anaérobies qui sont utilisés dans les procédés de digestion anaérobie pour le traitement des boues des eaux usées domestiques et industrielles.

### Dispositif d'homogénéisation des boues pour digesteur anaérobie

La présente invention concerne le traitement des eaux usées. L'invention se place dans le domaine des stations d'épuration, particulièrement des digesteurs anaérobies, 5 très particulièrement des digesteurs anaérobies infiniment mélangés.

Plus particulièrement, l'invention porte sur un dispositif d'homogénéisation des boues pour les digesteurs anaérobies qui sont utilisés dans les procédés de digestion anaérobie pour le traitement des boues des eaux usées domestiques et industrielles.

La digestion anaérobie est un procédé microbiologique dans laquelle les matières 10 organiques sont décomposées par l'action de microorganismes en l'absence d'oxygène.

Les microorganismes anaérobies réduisent la quantité de matières organiques présente dans les boues activées biologiquement tout en dégageant des gaz principalement du méthane.

La digestion anaérobie des boues des eaux usées domestiques et industrielles 15 exige généralement l'utilisation de grands réservoirs de rétention suffisamment dimensionnés pour accueillir les boues pendant la totalité du temps de rétention nécessaire qui peut dépasser 21 jours.

Ces réservoirs nécessitent un système d'agitation ou de diffusion des boues permanent, afin que les boues soient en permanence en suspension pour une meilleure 20 efficacité de la digestion anaérobie.

Actuellement, les digesteurs infiniment mélangés sont homogénéisés de manière plus ou moins empirique :

- soit par un système d'agitation rotatif actionné par un dispositif hélicoïdal immergé au fond du digesteur. Selon la vitesse de rotation de l'hélice les boues sont 25 plus ou moins mises en suspension et ce de manière aléatoire ;

- soit par système hydraulique actionné par une pompe reliée à un réseau de tubes immergés au fond du digesteur. Là encore l'empirisme trône puisque il est impossible de sélectionner tel ou tel tube, l'aspiration se fait de manière aléatoire sur l'ensemble du réseau de tubes dont certains peuvent être colmatés et de ce fait 30 définitivement inefficaces.

Il existe donc un besoin d'amélioration des systèmes d'homogénéisation des boues dans les digesteurs afin de toujours améliorer leur mise en mouvement pour une meilleure efficacité dudit digesteur.

La présente invention porte sur une innovation majeure des systèmes 35 d'homogénéisation des boues dans les digesteurs infiniment mélangés.

Ainsi l'invention a pour objet un dispositif d'homogénéisation des boues pour

digesteur anaérobie infiniment mélangé caractérisé en ce que le fond dudit digesteur est divisé en au moins 2 secteurs, séparés par une parois de hauteur définie, chacun des secteurs étant équipé d'une canalisation d'aspiration des boues, immergée, chacune desdites canalisations étant reliées à un dispositif de pompage unique comprenant au moins une pompe assurant l'aspiration et le refoulement des boues, ledit refoulement des boues étant réalisé au travers d'une canalisation de refoulement remontant les boues aspirées au fond dudit secteur vers la surface dudit digesteur.

Le dispositif d'homogénéisation selon l'invention permet de mettre alternativement en mouvement les boues contenues dans les différents secteurs divisant le fond du digesteur et de les redistribuer dans le volume global du liquide du digesteur.

En effet, chacune des canalisations d'aspiration des boues est reliée à un moyen de pompage, pouvant être unique et commun à l'ensemble des secteurs, ledit moyen de pompage servant également au refoulement des boues aspirées, ledit refoulement pouvant être réalisé au travers d'un moyen de refoulement unique commun à tous les secteurs. Ledit moyen de pompage peut être constitué d'une seule pompe, mais préférentiellement il peut être constitué de 2 pompes.

On comprend donc que selon l'invention, le dispositif d'homogénéisation peut permettre d'aspirer et de refouler alternativement les boues de chacun des secteurs.

Un grand avantage de l'invention réside dans le fait que le dispositif peut être aisément adapté par l'Homme du Métier à n'importe quel digesteur quelle que soit la taille de ce dernier.

Particulièrement, l'Homme du Métier saura adapter le nombre de secteur à définir dans le fond du digesteur. Il est en effet plus efficace de multiplier le nombre de secteur d'aspiration dans un même digesteur. En effet les boues étant aspirées au centre de chacun des secteurs puis refouler dans le volume global du digesteur, la diffusion des boues dans l'ensemble dudit digesteur est alors beaucoup plus efficace et mieux répartie.

De plus la multiplication des moyens d'aspiration permet d'en contrôler facilement l'intégrité et le bon fonctionnement, indépendamment les uns des autres.

Selon l'invention, la hauteur des parois séparant deux secteurs pourra être adaptée sans difficulté par l'Homme du Métier en fonction des besoins et de la taille du digesteur. En particulier, lorsque le dispositif d'homogénéisation selon l'invention comporte plus de deux secteurs, il est possible que les parois séparant lesdits secteurs soit de hauteur identique ou différente. A titre d'exemple, la hauteur des parois séparant deux secteurs peut être, simultanément ou indépendamment, comprise entre 1m et 2 m. Avantagusement la hauteur des parois séparant deux secteurs pourra être de 1m 50.

Selon l'invention, les différentes canalisations d'aspiration des boues peuvent être immergées dans le digesteur à une profondeur sans réelle importance pour le bon fonctionnement dudit digesteur. De même il apparaît peut important que toutes les canalisations d'aspiration soient toutes immergées à une même profondeur. Là encore  
5 l'Homme du Métier saura adapter la hauteur d'immersion desdites canalisations en fonction de ses besoins et des caractéristiques du digesteur. Une disposition simple et avantageuse peut être que les canalisations d'aspirations reposent sur le haut des parois séparant les différents secteurs. On comprend donc que selon l'invention une disposition avantageuse des canalisations fait que celles-ci peuvent circuler du bord du  
10 digesteur vers chacun des secteurs en prenant appui sur lesdites parois séparant lesdits secteurs, donc à une hauteur quasi identique à celle desdites parois.

On comprend encore que dans cette disposition il puisse être nécessaire que parvenue à la verticale de chaque secteur, préférentiellement à la verticale du centre de chaque secteur, la canalisation fasse un coude afin que son embouchure vienne se  
15 positionner dans un plan parallèle au fond dudit secteur.

L'Homme du Métier saura adapter la position des embouchures desdites canalisations d'aspiration par rapport au fond desdits secteurs qu'elles desservent. A titre d'exemple selon l'invention, les embouchures desdites canalisations d'aspiration des boues pourront être, indépendamment ou simultanément, situées à des hauteurs  
20 comprises entre 10 cm et 30 cm, préférentiellement 20 cm par rapport au fond desdits secteurs.

Avantageusement, chaque coude pourra comporter dans sa partie supérieure, donc entre la partie verticale et la partie orientée différemment de ladite canalisation, un trou dont la fonction sera de permettre l'évacuation des gaz de fermentation qui  
25 pourraient s'accumuler dans ladite canalisation. Là aussi l'Homme du Métier saura adapter les dimensions dudit trou au besoin d'un bon fonctionnement du dispositif. A titre d'exemple, lesdits trous d'évacuation des gaz pourront indépendamment ou simultanément, présenter des diamètres compris entre 1 et 2 cm, préférentiellement 1,5 cm.

30 Comme précédemment indiqué, le dispositif de pompage, unique, auquel sont reliées les différentes canalisations d'aspiration peut comporter une pompe, avantageusement au moins 2 pompes. Un mode de réalisation de l'invention particulièrement avantageux fait que le dispositif de pompage comprend 2 pompes chacune reliée d'une part aux différentes canalisations d'aspiration provenant des  
35 différents secteurs et d'autre part chacune à un dispositif de refoulement, qui avantageusement pourra être unique.

Selon l'invention, en cours de fonctionnement, la pompe aspire la boue d'un premier secteur, sans aspirer la boue des autres secteurs, et dans le même temps refoule la boue dans le dispositif de refoulement, puis, aspire et refoule pendant un temps court simultanément les boues de 2 secteurs, puis n'aspire et ne refoule plus que  
5 la boue du second secteur, et ainsi de suite jusqu'à avoir aspiré et refoulé les boues contenues dans tous les secteurs définis au fond du digesteur. Lorsque le cycle d'aspiration-refoulement se termine sur le dernier secteur défini au fond du digesteur, un nouveau cycle redémarre sur le premier secteur exactement selon le même processus.

Si le dispositif d'aspiration-refoulement comprend 2 pompes le cycle d'aspiration-  
10 refoulement décrit précédemment est légèrement modifié en ce que une des 2 pompes aspire la boue d'un premier secteur et dans le même temps refoule la boue dans le dispositif de refoulement, puis, alors que la première pompe aspire et refoule toujours la boue d'un premier secteur, le seconde pompe aspire et refoule la boue d'un second secteur, puis la première pompe s'arrête jusqu'à démarrer l'aspiration-refoulement de la  
15 boue d'un troisième secteur et ce avant que la seconde pompe s'arrête et change de secteur. Lorsque ce cycle d'aspiration-refoulement particulier se termine sur le dernier secteur défini au fond du digesteur, un nouveau cycle redémarre sur le premier secteur exactement selon le même processus.

On comprend que le second procédé exposé ci-dessus est plus souple que le  
20 premier, ce qui représente un avantage, et ce du fait que le dispositif d'aspiration-refoulement comprend au moins 2 pompes.

Que le dispositif comprenne 1 ou 2 pompes ou plus, chacune desdites pompes est reliés aux différentes canalisations d'aspiration des boues, par exemple par l'intermédiaire d'un secteur de canalisation commun, et chacune desdites pompes est  
25 reliée au dispositif de refoulement, qui avantageusement pourra être unique. Ainsi, il est possible de maintenir dans le digesteur une aspiration et un refoulement des boues en continu, bien qu'alternativement, dans chacun des secteurs définis au fond du digesteur.

On comprend donc que chaque canalisation doit être équipée de vannes qui puissent permettre à volonté d'ouvrir ou de fermer lesdites canalisations,  
30 indépendamment ou simultanément.

Ainsi selon l'invention, chaque canalisation d'aspiration peut être équipée d'au moins une vanne. Il en est de même en sortie de chacune des pompes entre la pompe et ledit dispositif de refoulement.

Préférentiellement selon l'invention chaque canalisation (aspiration et/ou  
35 refoulement) peut être équipée de plusieurs vannes par exemple 2 ou 3. Il est notable qu'il n'est pas essentiel que le nombre de vannes sur chacune des canalisations soit

identique.

Avantageusement selon l'invention, au moins une des vannes sur chacune des canalisations (aspiration et refoulement) pourra être une vanne mécanique, électrique, pneumatique ou motorisée, préférentiellement une vanne à manchons pneumatiques, 5 très préférentiellement une vanne à manchons pneumatiques avec brides.

Selon l'invention, lorsqu'il y a plusieurs vannes sur les canalisations, les autres vannes (autres que la vanne pneumatique) peuvent être des vannes à guillotines, préférentiellement des vannes à guillotines avec bride.

Selon l'invention, le dispositif de refoulement est composé d'une canalisation qui 10 pourra remonter les boues aspirées au fond du digesteur vers la surface dudit digesteur. Bien que le seul critère important concernant le positionnement de l'orifice de rejet des boues du dispositif de refoulement soit que celui-ci se trouve au dessus des canalisations d'aspiration positionnée au fond du digesteur, il n'en demeure pas moins que l'homogénéisation des boues est d'autant plus efficace que ledit orifice de rejet est 15 haut dans le digesteur, indifféremment au dessous ou au dessus de la surface du liquide contenu dans ledit digesteur. Préférentiellement, ledit orifice de rejet des boues pourra être positionné sous la surface du liquide contenu dans le digesteur par exemple à une distance comprise entre 2,0 m et 4,5 m, préférentiellement 3,0 m.

Dans une forme de réalisation particulière de l'invention, l'orifice de rejet des 20 boues du dispositif de refoulement peut être positionné une distance définie de la pointe d'un cône divergent.

Selon l'invention et à titre d'exemple, la distance définie entre ledit orifice de rejet et la pointe d'un cône divergent peut être comprise entre 30cm et 50 cm, préférentiellement 40 cm.

25 Dans un mode de réalisation préféré de l'invention le cône divergent peut être positionné sous la surface du liquide contenu dans le digesteur. Dans cette configuration, la pointe dudit cône divergent immergé sous la surface du liquide contenu dans le digesteur est immergée à une distance sous la surface du liquide contenu dans le digesteur comprise entre 2 m et 3 m, préférentiellement 2,5 m.

30 Selon l'invention, lorsque le cône divergent est immergé dans le liquide contenu dans le digesteur, il peut être nécessaire de prévoir un moyen permettant d'éviter l'accumulation des boues à l'intérieur dudit cône. A cet égard il est possible d'envisager que la base dudit cône soit fermée par exemple par surface unie plane ou légèrement bombée. On peut également envisager que ledit cône inversé soit ouvert à sa base mais 35 que sa pointe soit ouverte, par exemple un trou de diamètre compris entre 5 cm et 15 cm.

Selon l'invention le cône inversé peut prendre toutes les dimensions voulues. L'Homme du Métier saura adapter ces dimensions à la taille du digesteur. Préférentiellement selon l'invention, ledit cône inversé pourra avoir une base circulaire dont le diamètre représente entre 10% et 30 %, préférentiellement 20% du diamètre  
5 intérieur total du digesteur.

Selon l'invention le cône inversé et la canalisation de refoulement peuvent être liés physiquement entre eux par tout moyen adéquat. A titre d'exemple on peut citer de simples tiges d'encrage fixées simultanément sur la canalisation et sur le cône.

Bien entendu, l'Homme du Métier saura utiliser les matériaux adéquats pour  
10 réaliser la ou les parois séparant les secteurs définis au fond du digesteur. Il utilisera préférentiellement les matériaux généralement utilisés dans le domaine des stations d'épuration, ne serait-ce que pour que le dispositif selon l'invention résiste aux contraintes qui lui sont imposées par sa fonction (résistance aux pressions, à la corrosion, à l'oxydation, etc.).

15 Ainsi selon l'invention, lesdites parois, simultanément et/ou indépendamment, pourront être en béton, en acier, particulièrement en acier inoxydable, ou encore en en acier au carbone, préférentiellement en en acier inoxydable.

En ce qui concerne l'échantillonnage des matériaux utilisés, l'Homme du Métier saura là encore déterminer sans difficulté l'épaisseur desdites parois en fonction des  
20 contraintes et des dimensions du digesteur. A titre d'exemple, lesdites parois peuvent présenter, simultanément et/ou indépendamment, une épaisseur comprise entre 1 et 5 mm, préférentiellement entre 2 et 3 mm.

L'Homme du Métier saura déterminer les dimensions des canalisations constituant le dispositif d'homogénéisation selon l'invention. A titre d'exemple lesdites canalisations  
25 peuvent présenter un diamètre compris entre 10 cm et 12 cm, préférentiellement 8 cm,

De même, l'Homme du Métier saura déterminer les matériaux à utiliser pour lesdites canalisations en fonctions des dimensions et des contraintes du digesteur. Par exemple, lesdites canalisations peuvent être en fonte, en grès, en ciment, en chlorure de polyvinyle (PVC) ou encore en polyéthylène. Préférentiellement, les canalisations  
30 pourront être réalisées en acier inoxydable.

Selon l'invention, le dispositif d'homogénéisation peut en outre être muni de tous les moyens connus pour mesurer le débit des boues aspirée dans les différents secteurs, ou la pression desdites boues dans le dispositif d'alimentation et/ou de refoulement, comme par exemple un ou plusieurs indicateur de pression comme des  
35 manomètres ou encore un ou plusieurs débitmètre.

Selon l'invention, les différents circuits d'aspiration et/ou de refoulement des boues

peuvent être munis en outre de tout moyen de purge et/ou de tout moyen de dilatation courant dans ce genre d'installation.

L'invention à en outre pour objet un digesteur infiniment mélangé comprenant au moins un dispositif d'homogénéisation des boues tel que décrit précédemment.

5 L'invention à encore pour objet un procédé d'homogénéisation des boues à l'intérieur d'un digesteur infiniment mélangé tel que décrit précédemment, équipé d'une seule pompe effectuant l'aspiration et le refoulement, caractérisé en ce que

a.) au temps t1, on aspire et on refoule la boue déposée au fond d'un premier secteur prédéfini au fond dudit digesteur au travers du moyen d'aspiration-refoulement des boues tel que décrit précédemment et ce pendant une durée comprise entre un temps t1 et un temps t3 ;

b.) au temps t3 on stoppe l'aspiration et le refoulement des boues du premier secteur (étape a.), et on aspire et on refoule la boue déposée au fond d'un deuxième secteur prédéfini au fond du digesteur, différent de celui aspiré en a.), au travers du moyen d'aspiration-refoulement des boues tel que décrit précédemment, et ce pendant une durée comprise entre le temps t3 et un temps t5 ;

c.) on poursuit les cycles d'aspiration-refoulement dans les autres secteurs définis au fond du digesteur selon exactement le même processus jusqu'à avoir aspiré (et donc refoulé) les boues de tous les secteurs définis au fond du digesteur et

d.) on reprend la succession des cycles à l'étape a.).

On comprend que selon le procédé tel que décrit précédemment, si le digesteur ne comporte que 2 secteurs, l'étape c.) est remplacée par l'étape d.).

Si le dispositif d'aspiration-refoulement comprend 2 pompes (ou plus), le procédé tel que décrit précédemment et légèrement modifié en ce que la phase d'aspiration-refoulement simultanée de 2 secteurs différents peut être réalisé par les deux pompes simultanément, chacune dévolue à un secteur particulier.

Ainsi l'invention à encore pour objet un procédé d'homogénéisation des boues à l'intérieur d'un digesteur infiniment mélangé tel que décrit précédemment, équipé d'au moins 2 pompes effectuant l'aspiration et le refoulement, caractérisé en ce que

a.) au temps t1, la première pompe aspire et refoule la boue déposée au fond d'un premier secteur prédéfini au fond dudit digesteur au travers du moyen d'aspiration-refoulement des boues tel que décrit précédemment et ce pendant une durée comprise entre un temps t1 et un temps t3 ;

b.) au temps t2, compris entre t1 et t3, la seconde pompe aspire et refoule la boue déposée au fond d'un second secteur prédéfini au fond dudit digesteur au travers du moyen d'aspiration-refoulement des boues tel que décrit précédemment et ce pendant

2

une durée comprise entre t2 et t5 ;

c.) au temps t3, la première pompe s'arrête et on stoppe l'aspiration et le refoulement des boues du premier secteur (étape a.), alors que la seconde pompe continue l'aspiration et le refoulement des boues du second secteur (étape b.), et ce  
5 jusqu'au temps t5 ;

d.) au temps t4, compris entre t3 et t5, la première pompe aspire et refoule la boue déposée au fond d'un troisième secteur prédéfini au fond dudit digesteur au travers du moyen d'aspiration-refoulement des boues tel que décrit précédemment et ce pendant  
une durée comprise entre t4 et t6 ;

10 e.) au temps t5, la seconde pompe s'arrête et on stoppe l'aspiration et le refoulement des boues du second secteur (étape b.), alors que la première pompe continue l'aspiration et le refoulement des boues du troisième secteur (étape d.), et ce jusqu'au temps t6 ;

f.) on poursuit les cycles d'aspiration-refoulement dans les autres secteurs définis  
15 au fond du digesteur selon exactement le même processus jusqu'à avoir aspiré (et donc refoulé) les boues de tous les secteurs définis au fond du digesteur et

g.) on reprend la succession des cycles à l'étape a.).

On comprend que selon le procédé à 2 pompes tel que décrit précédemment, si le digesteur ne comporte que 2 secteurs, l'étape c.) est remplacée par l'étape g.).

20 L'Homme du Métier saura déterminer la durée de chaque étape des procédés tels que décrits selon les besoins dictés par le digesteur et/ou la nature des boues à homogénéiser.

On comprend que pour mettre en œuvre les procédés selon l'invention il est nécessaire que le dispositif dispose en outre de moyens de commande des pompes  
25 et/ou des vannes qui permettent de commander l'ouverture et la fermeture des vannes des différents circuits et/ou de commander la mise en marche et l'arrêt des différentes pompes.

D'autres avantages, buts et caractéristiques de la présente invention ressortiront de la description qui va suivre, faite, dans un but explicatif et nullement limitatif, en  
30 regard des dessins annexés dans lesquels :

la figure 1 présente une vue supérieure du fond d'un digesteur équipé du dispositif d'homogénéisation des boues selon l'invention avec 7 secteurs ;

la figure 2 présente une vue en coupe du fond d'un digesteur équipé du dispositif d'homogénéisation des boues selon l'invention ;

35 la figure 3 présente en détail la partie aspiration du moyen unique d'aspiration-refoulement du dispositif d'homogénéisation présenté à la figure 1 ;

la figure 4 présente en détail la partie refoulement du moyen unique d'aspiration-refoulement du dispositif d'homogénéisation présenté à la figure 1 ;

la figure 5 présente une coupe d'un digesteur infiniment mélangé équipé du dispositif d'homogénéisation selon l'invention tel que présenté à la figure 1 ;

5 la figure 6 présente en détail l'orifice de la canalisation de refoulement et le cône inversé avec en A une vue en coupe, en b une vue en plan et en c un détail de la solidarisation du moyen liant la canalisation de refoulement et le cône inversé.

Ainsi par référence aux figures, on observe à la figure 1 une vue supérieure du fond d'un digesteur infiniment mélangé (11) équipé du dispositif d'homogénéisation des boues selon l'invention comprenant 7 secteurs (a, b, c, d, e, f, g.), séparés deux à deux par des parois (12), chacun desdits secteurs étant relié au moyen unique d'aspiration-refoulement (13) extérieur au digesteur, par des canalisations d'aspiration (14a, 14b, 14c, 14d, 14e, 14f et 14g) dont l'orifice d'aspiration (15) est positionné à la verticale du centre (16) de chaque secteur.

15 On observe à la figure 2 une vue en coupe d'un digesteur infiniment mélangé (21) présenté à la figure 1, montrant 3 secteurs (c, d et e) contigus comprenant chacun une canalisation d'aspiration (24c, 24d et 24 e) dont l'orifice (25) est positionné au centre de chaque secteur, chaque canalisation comprenant un segment vertical (27) et un segment orienté différemment (28), les deux segments étant raccordés par un coude (29) présentant dans sa partie haute un trou d'évacuation (20) des gaz de fermentation.

On observe à la figure 3, en détail, la partie aspiration du moyen unique d'aspiration-refoulement du dispositif d'homogénéisation présenté à la figure 1, comprenant les 7 canalisations d'aspiration (34a, 34b, 34c, 34d, 34e, 34f et 34g), chacune munie de vannes guillotines avec brides (313), et d'une vanne à manchons pneumatiques avec brides (314), reliées chacune à un collecteur commun (310), les 2 pompes (311), chacune relié au collecteur commun par chacune une canalisation (312) munie de vannes guillotines avec brides (313) et de brides de dilatation (315), lesdites pompes étant en outre chacune reliées au moyen unique de refoulement (323) par une canalisation (317) munie d'une vanne guillotine avec brides (313), et d'une vanne à manchons pneumatiques avec brides (314).

On observe à la figure 4, en détail la partie refoulement du moyen unique d'aspiration-refoulement du dispositif d'homogénéisation présenté à la figure 1 comprenant les 2 pompes (411), chacune relié au collecteur commun par chacune une canalisation (412) munies de brides de dilatation (415), et chacune reliée au moyen unique de refoulement (423) par une canalisation (417) munie de vannes guillotines avec brides (413), d'une vanne à manchons pneumatiques avec brides (414) et de

brides de dilatation (415).

On observe à la figure 5 une coupe d'un digesteur infiniment mélangé (51) équipé du dispositif d'homogénéisation selon l'invention tel que présenté à la figure 1 comprenant 3 secteurs (c, d et e) contigus comprenant chacun une canalisation d'aspiration (54c, 54d et 54 e) dont l'orifice (55) est positionné au centre de chaque secteur, chaque canalisation comprenant un segment vertical (57) et un segment orienté différemment (58), les deux segments étant raccordés par un coude (59), une des pompes du moyen unique d'aspiration-refoulement (511), la canalisation du moyen unique de refoulement (523) dont l'orifice (518) est positionné sous la pointe (519) du cône inversé (520) lui-même positionné sous la surface (521) du liquide contenu dans le digesteur.

On observe à la figure 6, en détail l'orifice de la canalisation de refoulement (618) et le cône inversé (620) avec en A une vue en coupe, en b une vue en plan et en c un détail de la solidarisation du moyen (621) liant la canalisation de refoulement (623) et le cône inversé (620). On note le trou d'évacuation (619) ménagé dans la pointe du cône divergent (622).

## REVENDEICATIONS

- 1.) Dispositif d'homogénéisation des boues pour digesteur anaérobie infiniment mélangé (11, 21, 51) caractérisé en ce que le fond dudit digesteur est divisé en au moins 2 secteurs, séparés par une parois (12) de hauteur définie, chacun des secteurs étant équipé d'une canalisation d'aspiration des boues (14, 24, 34, 54), immergée, chacune desdites canalisations étant reliées à un dispositif de pompage unique (13) comprenant au moins une pompe (311, 411, 511) assurant l'aspiration et le refoulement des boues, ledit refoulement des boues étant réalisé au travers d'une canalisation de refoulement (323, 423, 523, 623) remontant les boues aspirées au fond dudit secteur vers la surface (521, 621) dudit digesteur.
- 2.) Dispositif d'homogénéisation des boues selon la revendication, caractérisé en ce que lesdites parois séparant lesdits secteurs ont une hauteur comprise entre 1m et 2 m, préférentiellement 1m50.
- 3.) Dispositif d'homogénéisation des boues selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que lesdites canalisations d'aspiration forment au dessus de chaque secteur un coude (29, 59) et plongent à la verticale, particulièrement à la verticale du centre (16) desdits secteurs.
- 4.) Dispositif d'homogénéisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les embouchures (15, 25, 55) desdites canalisation d'aspiration (14, 24, 34, 54) des boues sont situées à une hauteur comprise entre 10 cm et 30 cm, préférentiellement 20 cm par rapport au fond desdits secteurs.
- 5.) Dispositif d'homogénéisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le coude (29, 59) de ladite canalisation d'aspiration (14, 24, 34, 54) est percé en partie haute d'un trou d'évacuation des gaz (20).
- 6.) Dispositif d'homogénéisation selon la revendication 5, caractérisé en ce que le trou d'évacuation des gaz à un diamètre compris entre 1 cm et 2 cm, préférentiellement 1,5 cm.
- 7.) Dispositif d'homogénéisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que chaque canalisation d'aspiration (14, 24, 34, 54) et chaque canalisation de refoulement (323, 423, 523, 623) est équipée d'au moins une vanne (313, 413).
- 8.) Dispositif d'homogénéisation selon la revendication 7, caractérisé en ce que la vanne est une vanne pneumatique, électrique, mécanique ou motorisée.
- 9.) Dispositif d'homogénéisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que le dispositif de pompage comprend 2 pompes (311, 411, 511)

assurant chacune l'aspiration et le refoulement des boues.

10.) Dispositif d'homogénéisation selon la revendication 9, caractérisé en ce que les 2 pompes (311, 411, 511) sont reliées à une canalisation de refoulement (323, 423, 523, 623) unique et que les vannes positionnées sur les canalisations de refoulement en  
5 sortie desdites pompes sont positionnées entre la pompe et la canalisation de refoulement unique.

11.) Dispositif d'homogénéisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que ledit orifice de rejet (518, 618) de ladite canalisation de refoulement (323, 423, 523, 623) est à une distance comprise entre 30cm et 50 cm,  
10 préférentiellement 40 cm, de la pointe (622) d'un cône divergent (520, 620) immergé sous la surface (521, 621) du liquide contenu dans le digesteur (11, 21, 51), ladite pointe dudit cône et le centre de la lumière (518, 618) de la canalisation de refoulement étant alignés.

12.) Dispositif d'homogénéisation selon la revendication 11, caractérisé en ce  
15 que la pointe dudit cône divergent immergé sous la surface du liquide contenu dans le digesteur est immergée à une distance sous la surface du liquide contenu dans le digesteur comprise entre 2 m et 3 m, préférentiellement 2,5 m.

13.) Dispositif d'homogénéisation selon l'une quelconque des revendications 11 ou 12, caractérisé en ce que la pointe dudit cône divergent immergent est percée d'un  
20 orifice (-19) de diamètre compris entre 5 cm et 15 cm, préférentiellement 10 cm.

14.) Dispositif d'homogénéisation selon l'une quelconque des revendications 11 à 13, caractérisé en ce que ledit cône inversé a une base circulaire dont le diamètre représente entre 10% et 30 %, préférentiellement 20% du diamètre intérieur total du digesteur.

25 15.) Dispositif d'homogénéisation selon l'une quelconque des revendications 11 à 14, caractérisé en ce que ledit cône inversé et la canalisation de refoulement sont liés physiquement.

16.) Dispositif d'homogénéisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, caractérisé en ce que les canalisations d'aspiration et/ou de refoulement des boues  
30 a (ont), simultanément ou séparément, un diamètre compris entre 10 cm et 30 cm, préférentiellement 20 cm.

17.) Dispositif d'homogénéisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, caractérisé en ce que le canalisation d'aspiration et/ou de refoulement des boues est (sont), simultanément ou séparément, en fonte, en grès, en ciment, en chlorure de  
35 polyvinyle (PVC) ou encore en polyéthylène, préférentiellement en acier inoxydable.

18.) Digesteur anaérobie infiniment mélangé, caractérisé en ce qu'il comprend un

dispositif d'homogénéisation tel que décrit à l'une quelconque des revendications 1 à 17.

19.) Procédé d'homogénéisation des boues d'un digesteur anaérobie infiniment mélangé tel que décrit à la revendication 18, équipé d'une seule pompe effectuant l'aspiration et le refoulement, caractérisé en ce que

5 a.) au temps  $t_1$ , on aspire et on refoule la boue déposée au fond d'un premier secteur prédéfini au fond dudit digesteur au travers du moyen d'aspiration-refoulement des boues tel que décrit précédemment et ce pendant une durée comprise entre un temps  $t_1$  et un temps  $t_3$  ;

10 b.) au temps  $t_3$  on stoppe l'aspiration et le refoulement des boues du premier secteur (étape a.), et on aspire et on refoule la boue déposée au fond d'un deuxième secteur prédéfini au fond du digesteur, différent de celui aspiré en a.), au travers du moyen d'aspiration-refoulement des boues tel que décrit précédemment, et ce pendant une durée comprise entre le temps  $t_3$  et un temps  $t_5$  ;

15 c.) on poursuit les cycles d'aspiration-refoulement dans les autres secteurs définis au fond du digesteur selon exactement le même processus jusqu'à avoir aspiré (et donc refoulé) les boues de tous les secteurs définis au fond du digesteur et

d.) on reprend la succession des cycles à l'étape a.).

20 20.) Procédé d'homogénéisation des boues d'un digesteur anaérobie infiniment mélangé tel que décrit à la revendication 18, équipé d'au moins 2 pompes effectuant l'aspiration et le refoulement, caractérisé en ce que

25 a.) au temps  $t_1$ , la première pompe aspire et refoule la boue déposée au fond d'un premier secteur prédéfini au fond dudit digesteur au travers du moyen d'aspiration-refoulement des boues tel que décrit précédemment et ce pendant une durée comprise entre un temps  $t_1$  et un temps  $t_3$  ;

30 b.) au temps  $t_2$ , compris entre  $t_1$  et  $t_3$ , la seconde pompe aspire et refoule la boue déposée au fond d'un second secteur prédéfini au fond dudit digesteur au travers du moyen d'aspiration-refoulement des boues tel que décrit précédemment et ce pendant une durée comprise entre  $t_2$  et  $t_5$  ;

c.) au temps  $t_3$ , la première pompe s'arrête et on stoppe l'aspiration et le refoulement des boues du premier secteur (étape a.), alors que la seconde pompe continue l'aspiration et le refoulement des boues du second secteur (étape b.), et ce jusqu'au temps  $t_5$  ;

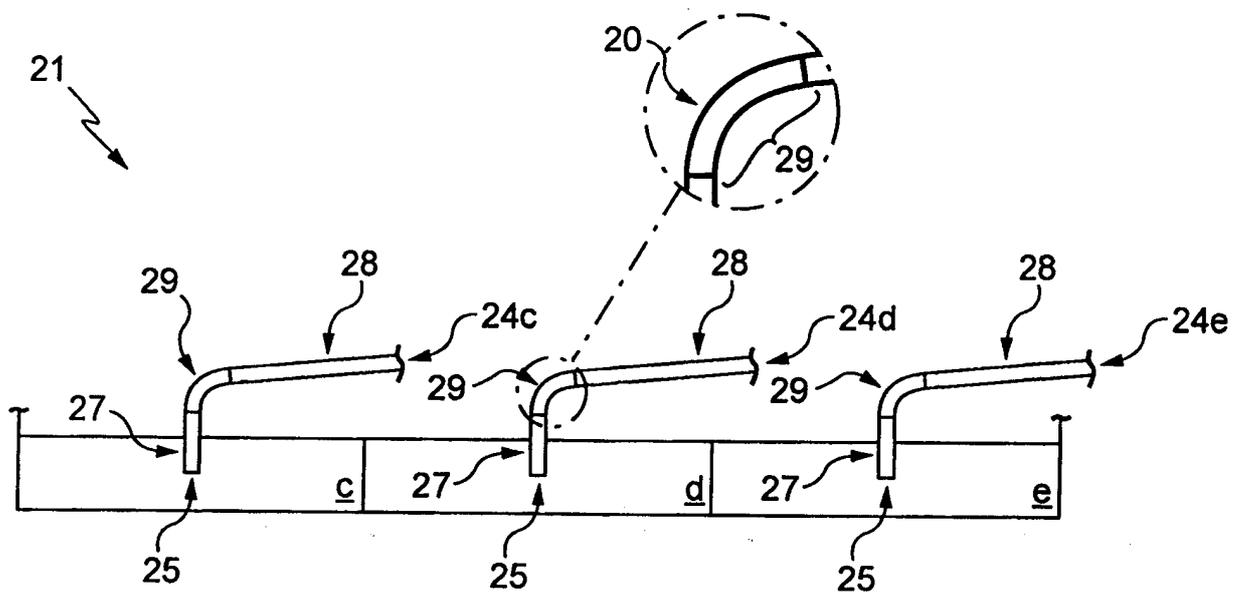
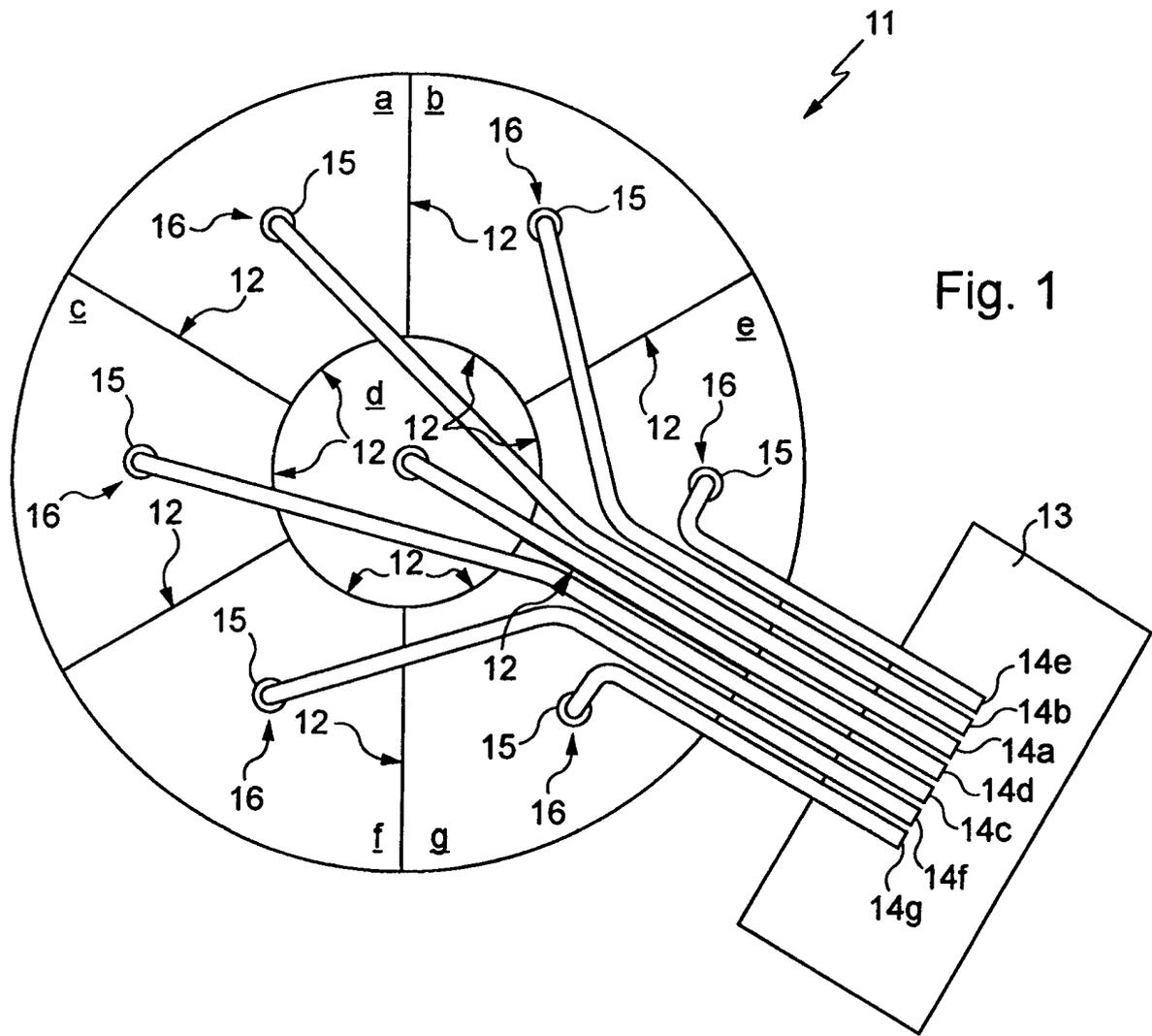
35 d.) au temps  $t_4$ , compris entre  $t_3$  et  $t_5$ , la première pompe aspire et refoule la boue déposée au fond d'un troisième secteur prédéfini au fond dudit digesteur

au travers du moyen d'aspiration-refoulement des boues tel que décrit précédemment et ce pendant une durée comprise entre  $t_4$  et  $t_6$  ;

5 e.) au temps  $t_5$ , la seconde pompe s'arrête et on stoppe l'aspiration et le refoulement des boues du second secteur (étape b.), alors que la première pompe continue l'aspiration et le refoulement des boues du troisième secteur (étape d.), et ce jusqu'au temps  $t_6$  ;

10 f.) on poursuit les cycles d'aspiration-refoulement dans les autres secteurs définis au fond du digesteur selon exactement le même processus jusqu'à avoir aspiré (et donc refoulé) les boues de tous les secteurs définis au fond du digesteur et

g.) on reprend la succession des cycles à l'étape a.).



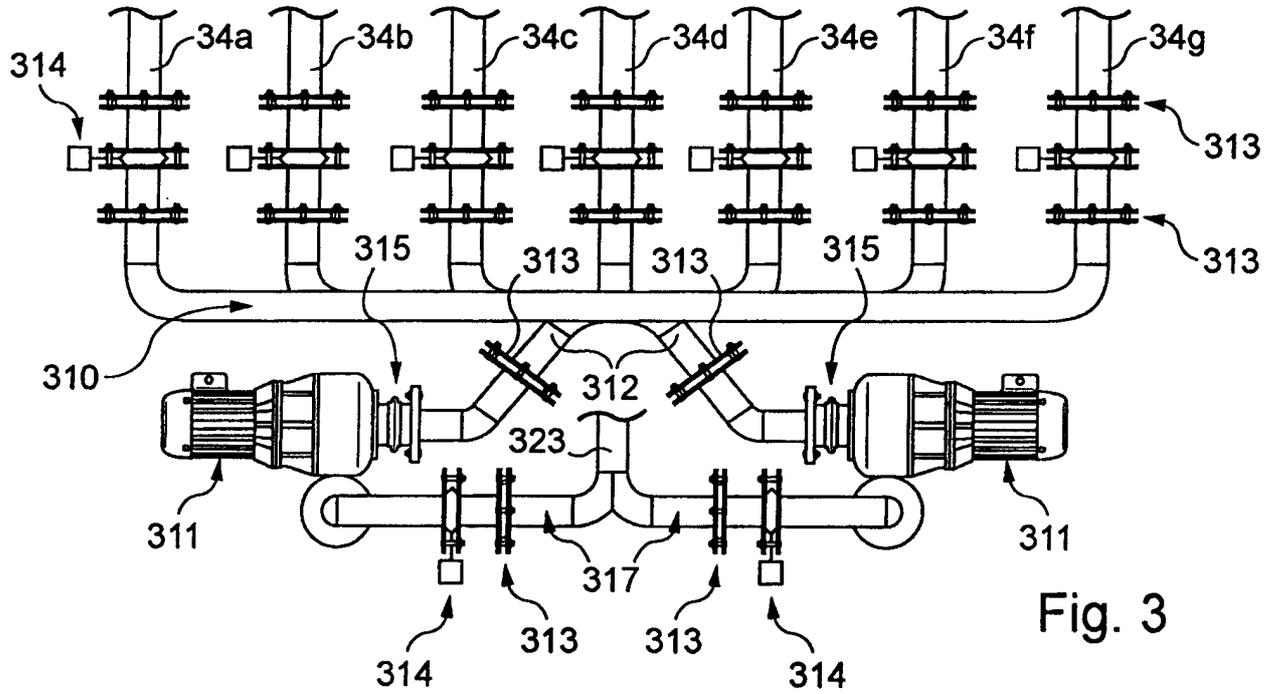


Fig. 3

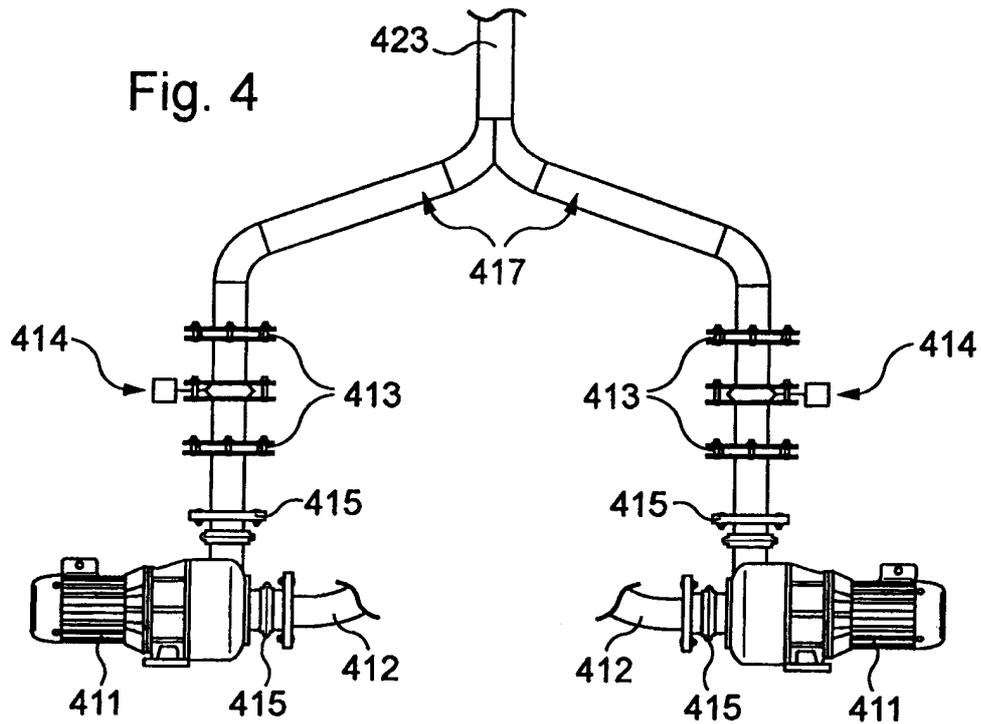
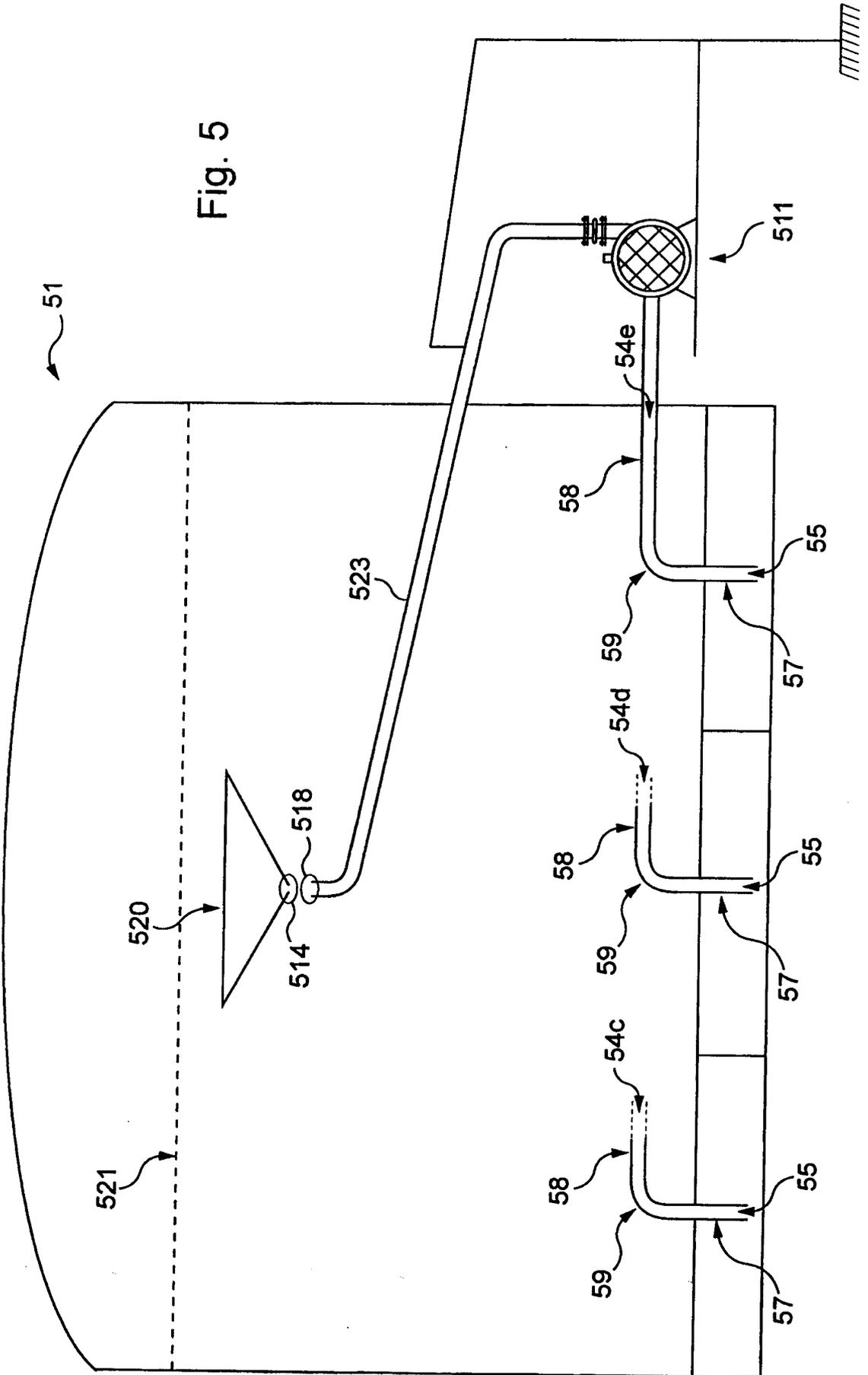


Fig. 4

Fig. 5



4/4

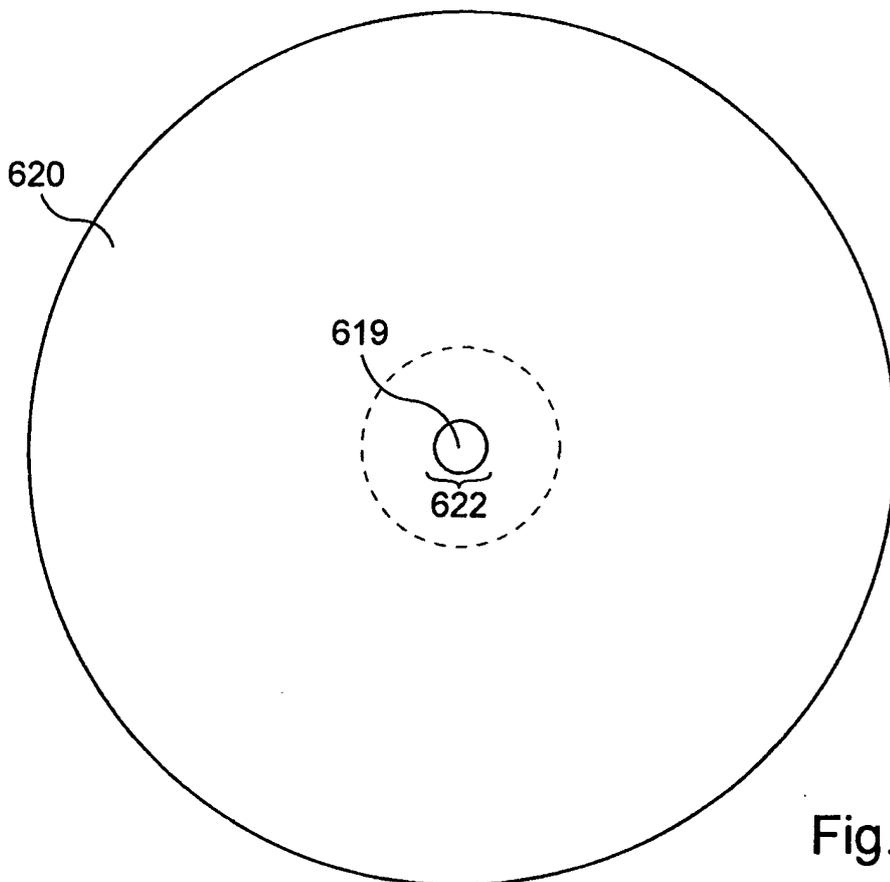


Fig. 6b

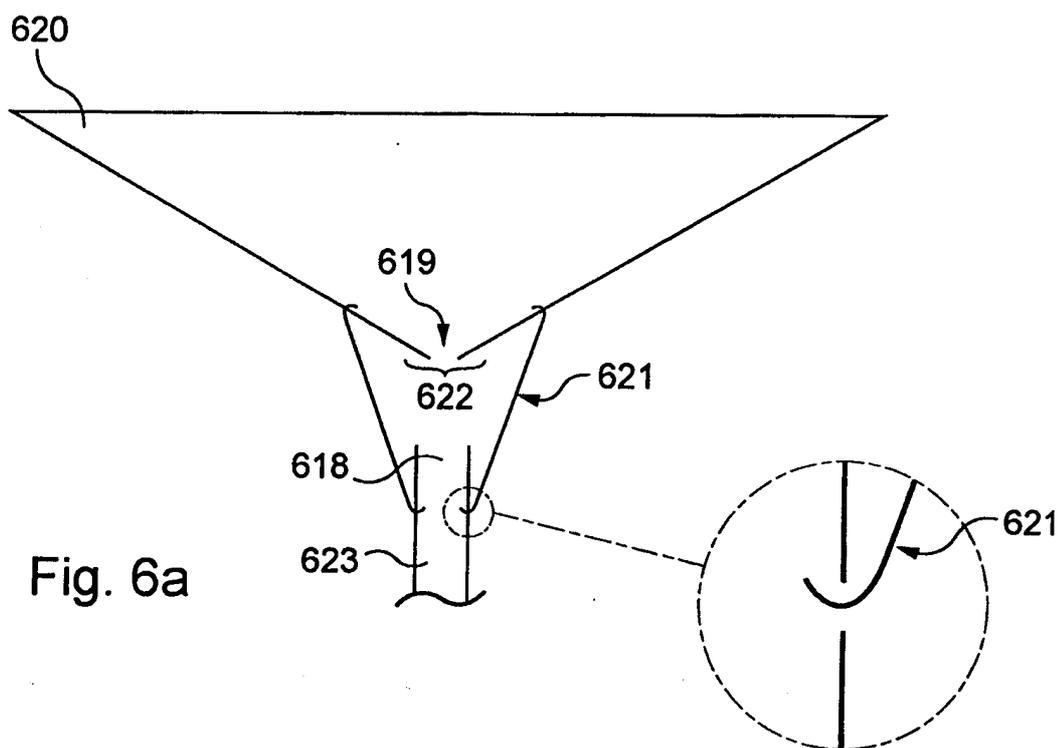


Fig. 6a

Fig. 6c