

PROCEDE ET DISPOSITIF DE TRAITEMENT DE BOUES LIQUIDES, ET GALETTES DE BOUES OBTENUES AVEC UN TEL PROCEDE

5 La présente invention concerne un procédé de traitement de boue liquide par injection d'air dans un flux de boue.

Elle concerne également un dispositif de traitement des boues liquides mettant en œuvre un tel
10 procédé et les galettes de boues obtenues avec ce dernier.

L'invention trouve une application particulièrement importante bien que non exclusive dans le domaine de l'épaississement et/ou de la
15 réduction de volume de boues issues d'un traitement d'eau et/ou accumulées dans des bassins de décantation d'eaux industrielles.

On connaît déjà des épaisseurs de boues (FR 2 729 383) permettant d'améliorer la siccité de boues
20 compactes grâce à des racleurs mécaniques se déplaçant sur le fond perméable de cuves de stockage.

De tels dispositifs comportent des risques de colmatage qui nécessitent des moyens de décolmatage, et présentent les fragilités des appareillages
25 mécaniques.

On connaît aussi des procédés d'épaississement de boues issues de traitement d'eau par floculation/décantation nécessitant un dégazage superficiel, l'injection d'un réactif de
30 refloculation dans les boues et enfin un épaississement dans au moins un épaisseur lamellaire. Ici encore, l'épaississement est prévu

mécaniquement et ne peut éviter les colmatages fréquents.

On connaît aussi des systèmes de tables d'égouttage qui présentent cependant des contraintes
5 d'exploitation importantes, et nécessitent des installations de taille considérables.

Il est également connu des systèmes d'épaississement mécaniques de type tambours rotatifs.

10 Il s'agit là de systèmes robustes mais limités au niveau des résultats, car ils ne permettent pas d'attendre des épaississements supérieurs à 30 à 40 g/l de MS.

On connaît aussi des systèmes d'épaississement
15 statiques formés par des bacs de décantation.

En cas d'épaississement statique, les temps de séjours sont cependant considérables et engendrent malheureusement des évolutions anaérobies des boues provoquant des odeurs nauséabondes et une
20 augmentation du caractère colloïdal desdites boues.

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 qu'elle n'utilise pas de systèmes mécaniques
25 susceptibles de se gripper ou encore des systèmes engendrant une modification structurelle des boues à traiter, mais des systèmes hydrauliques, ainsi que des réactifs peu coûteux (air comprimé ou surpressé, ou flocculant classique), et ce tout en permettant une
30 décontamination des boues, de façon rapide, l'utilisation du procédé d'épaississement selon l'invention ne nécessitant que quelques secondes ou minutes.

Pour ce faire, l'invention part du principe d'un traitement et/ou épaississement en continu ou semi-continu (par batch alternatif) d'une boue, dans lequel on alimente avec la boue une enceinte en flux continu en y injectant simultanément de l'air avec un important débit (plusieurs dizaines, voire centaines de Nm^3/h) entraînant des vitesses V de l'émulsion obtenue importantes à l'emplacement de la rencontre entre l'air et la boue ($V > 10\text{m/s}$) (par exemple 50m/s), l'émulsion étant formée d'une multitude de gouttelettes de boues dans le fort courant d'air, on crée une perte de charge déterminée dans l'émulsion par rétrécissement dans et/ou en sortie de l'enceinte, on injecte un flocculant après un tel rétrécissement, on dégaze ladite émulsion à la pression atmosphérique et on récupère l'ensemble dans un dispositif de filtration ou de décantation.

Avantageusement on concentre également rapidement en aval les boues en ligne dans un récipient à déversoir.

Dans ce but l'invention propose notamment un procédé de traitement et de conditionnement de boues liquides, dans lequel on crée une première émulsion de boue dans un récipient en ligne pressurisé alimenté par la boue en continu à un premier débit Q (m^3/h), par choc de la boue avec de l'air injecté dans le récipient à un débit Q' (Nm^3/h), avec $Q' > 5Q$, puis on l'évacue à la sortie du récipient via un organe générant une perte de charge avant récupération de l'émulsion et dégazage puis on filtre ou on laisse décanter les matières en suspension de l'émulsion ainsi obtenue en les séparant de la partie liquide que l'on vide en continu,

caractérisé en ce que on injecte la boue et l'air dans une première zone du récipient, puis on évacue l'émulsion ainsi formée vers une deuxième zone du récipient s'étendant sur une première longueur déterminée L_1 , l'injection d'air et de boue dans la première zone et la longueur L_1 étant propres à constituer ladite première émulsion formée de gouttes de boue dans l'air,

en ce que l'évacuation se fait dans une enceinte s'étendant sur une seconde longueur déterminée L_2 , dans laquelle on injecte au moins un flocculant, pour obtenir dans ladite enceinte une deuxième émulsion d'air dans la boue coagulée et flocculée,

et en ce qu'on dégaze ladite deuxième émulsion au moins en partie par mise à l'atmosphère de l'enceinte.

Avantageusement la première zone est un petit volume notamment confiné entre deux parois latérales (comme dans un venturi ou une restriction de tuyauterie par exemple) et par exemple inférieur à $0,005 \text{ m}^3$.

Par semi continu, on entend par batches successifs, que l'on substitue les uns à la suite des autres à la volée, ou sensiblement sans s'arrêter, pour permettre le traitement en continu ou semi continu, autorisant dès lors une excellente cadence.

On observe ici que la première émulsion est plutôt une émulsion de boue. On entend par là une émulsion où la boue est en phase dispersée dans l'air qui est la phase continue.

La deuxième émulsion est par contre plutôt une émulsion de gaz dans la boue, le flocculant ayant

bloqué des bulles de gaz micro et millimétriques au sein des flocons de boue.

La taille particulièrement réduite de la zone d'injection (par exemple $0,01 \text{ m}^3$) va autoriser un excellent mélange boue/air.

Il y a en effet à cet endroit une zone de grande vitesse, entraînant des chocs cinétiques, qui permet à la boue d'éclater dans le gaz. L'émulsion ainsi obtenue passe ensuite dans la deuxième zone du récipient qui s'étend sur une certaine longueur.

A noter que première et deuxième zones peuvent être séparées par une restriction (un venturi et/ou un orifice) formant les deux zones en deux chambres séparées.

Cette longueur entraîne nécessairement, même s'il est léger, un gradient de dépression vers la sortie du récipient qui se révèle permettre une agglomération, coagulation, compaction de la boue préparant alors la première émulsion ainsi modifiée au traitement qui suit.

Avantageusement la première longueur déterminée L_1 est supérieure à cinquante centimètres, par exemple supérieure à 1 m, par exemple 1 m 50.

Ainsi on réalise une séquence pression/dépression qui de façon surprenante crée un état de la matière (émulsion) permettant d'obtenir in fine un gain de siccité supérieur.

En particulier la pression amène une énergie capable de déstabiliser et casser les liaisons électrostatiques (type coulombiennes) ou dipolaire (type Van des Waals) et faire ainsi sortir l'eau des fractions organiques.

La dispersion qui suit produit quant à elle un mouvement d'accélération des boues et une expansion ou étirement vers la zone de moindre pression poursuivant l'effet de déstabilisation et
5 déstructuration des colloïdes et un effet de cassage des liaisons.

Eventuellement et dans des modes de réalisation avantageux on réitère à nouveau des séquences de compression puis dépression... pour
10 prolonger/simplifier/produire les effets recherchés.

Ici l'effet technique obtenu par l'invention est avant tout lié à la porosification de la boue obtenue grâce au choc de la boue avec l'air dans les conditions de dimensions et de zones actives du
15 réacteur, puis de la perte de charge entre récipient et enceinte qui vont être dimensionnées plus précisément et naturellement par l'homme du métier en fonction de l'effluent traité, des débits mis en œuvre et du flocculant utilisé.

20 On introduit de l'air dans le flux de boue en provoquant donc un choc entre l'air et la boue puis des différentiels de pression par exemple comme on va le voir par un système venturi avec succion d'air.

Avantageusement la deuxième longueur déterminée L_2
25 est quant à elle supérieure à 1 m, plus avantageusement supérieure à 2 m ou 3 m, par exemple 5 m ou plus.

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

- la pression moyenne P dans le récipient est telle que $1,5 \text{ bars} < P < 10 \text{ bars}$ et Q' est tel que $10 Q \leq Q' \leq 100 Q$, par exemple $Q' > 50 Q$;

- on dégaze fortement l'émulsion à la sortie du récipient, par exemple à l'intérieur d'une chambre de dégazage munie de moyen de brassage ;

5 - le récipient en ligne est une colonne de diamètre moyen $\underline{d}$ et de hauteur $H \geq 10 \underline{d}$, la boue étant introduite en partie basse de la colonne dans le lit gazeux créé par l'air injecté au niveau de ladite alimentation en boue (par exemple en dessus ou en dessous) ;

10 - on projette la boue liquide dans la colonne sur une paroi ou un écran interne du récipient pour améliorer l'éclatement de celle-ci dans le flux gazeux. Pour ce faire la sortie dans le récipient de l'alimentation en boue est avantageusement située en
15 vis à vis d'une paroi et/ou de l'écran, à une petite distance, par exemple inférieure à 5 cm ;

 - on introduit la boue en partie basse du récipient via un mélangeur statique. Un mélangeur statique est un système connu en lui-même non
20 alimenté en énergie, situé dans le tube d'alimentation de boue et comprenant par exemple des lames de brassage statique et/ou des diaphragmes obliques etc... ;

 - le flocculant est un polymère injecté en sortie
25 immédiate du récipient, avant la mise à l'atmosphère. C'est par exemple un flocculant organique de type cationique ;

 - on introduit en amont du récipient dans le flux de boue au moins un réactif pris parmi le sable, le
30 carbonate de calcium, la chaux éteinte, les réactifs d'oxydation et/ou les réactifs d'aide à la coagulation ;

- on introduit en aval du récipient au moins un réactif pris parmi le sable, le carbonate de calcium, la chaux éteinte, les réactifs d'oxydation et/ou les réactifs d'aide à la coagulation ;

5 - l'enceinte est tubulaire de section moyenne de passage équivalente à celle du récipient ;

 - l'enceinte tubulaire comprend au moins un élément générateur d'une perte de charge en aval de la sortie du récipient, à la sortie duquel on injecte
10 le flocculant ;

 - l'enceinte tubulaire comprend au moins un deuxième élément générateur d'une perte de charge en amont du premier élément générateur, à la sortie duquel on introduit au moins un réactif et/ ou de
15 l'air ;

 - le ou les éléments générateurs de perte de charge sont des venturis ;

 - on effectue une concentration rapide et/ou sensiblement instantanée (quelques secondes voire
20 minutes, par exemple sept à dix minutes) de boues par flottation/tassement de l'émulsion flocculée dans une capacité faisant office de concentrateur, la boue concentrée étant évacuée en continue par exemple par surverse.

25 De façon surprenante, les volumes d'air importants insufflés ont en fait engendré une boue mélangée à de très grosses bulles d'air (> à plusieurs millimètres) qui augmente considérablement les vitesses de remontée des boues lors de la flottation (vitesse
30 ascensionnelle observée multipliée par un facteur dix, voir plus).

Avantageusement, en colmatant plus ou moins la surface de la capacité, il est possible de réguler

(en fonction des débits d'air et de boues utilisés)
l'épaisseur de la couche flottante, qui peut alors et
de plus se tasser du fait de son poids, permettant
d'obtenir des concentrations de 100 à 120 g/l de MS,
5 sachant que la qualité et la transparence de l'eau
obtenue en dessous de la boue floculée reste toujours
exceptionnelle (DCO inférieure à 200 mg/l, voir 100
mg/l dans le cas de boues biologiques) ;

- on effectue un traitement complémentaire des
10 boues en aval de l'enceinte tubulaire par
centrifugation, filtration et/ou pressage ;

- l'air injecté est chauffé et/ou mélangé à de la
vapeur d'eau.

- l'air est injecté à contre flux de la boue, ou
15 pour former un écoulement hélicoïdal éventuellement à
contre-courant du flux de boue, ou injecté à angle
droit avec le flux de boue, ou encore dans le sens du
flux de boue.

L'invention propose aussi un dispositif mettant en
20 œuvre le procédé tel que décrit ci-dessus.

Elle propose par ailleurs un dispositif de
traitement et de conditionnement de boues liquides
comportant un récipient en ligne, des moyens
d'alimentation en boue dudit récipient en continu à
25 un premier débit Q (m³/h), des moyens d'alimentation
dudit récipient en air à un débit Q' (Nm³/h), avec $Q' > 5Q$,
et des moyens de filtration et/ou de
décantation de l'émulsion ainsi floculée agencés pour
séparer la partie liquide des matières en suspension
30 et la récupérer en continu, caractérisé en ce que les
moyens d'alimentation en boue et en air du récipient
sont agencés pour injecter la boue et l'air dans une
première zone du récipient, puis pour véhiculer le

mélange sur une première longueur $\underline{L_1}$ pour former une première émulsion de gouttes de boue dans l'air, en ce que il comprend une enceinte d'évacuation de la première émulsion obtenue dans le récipient, l'enceinte étant tubulaire s'étendant sur une longueur déterminée $\underline{L_2}$, comprenant des moyens de mise à l'atmosphère et des moyens d'injection d'au moins un flocculant dans ladite enceinte tubulaire en amont par rapport à ladite mise à l'atmosphère, de façon à former une deuxième émulsion d'air dans la boue coagulée et flocculée.

Par longueur $\underline{L_1}$ ou $\underline{L_2}$ déterminée, il faut entendre une distance supérieure à 0,5 m, avantageusement 1 m, par exemple 2 m, 3 m et avantageusement supérieure à 5 m, par exemple 10 m.

Avantageusement la première zone du récipient est d'un petit volume inférieur à $0,05 \text{ m}^3$ notamment confiné entre deux parois latérales (petite section) (entre lesquelles la boue est donc introduite pour sortir vers la deuxième zone de plus grand volume et/ou de section plus large).

Le petit volume est par exemple formé par un venturi et/ou fait partie de moyens d'injection ou d'un dispositif d'injection simultané d'air et de boue.

Avantageusement le récipient en ligne est une colonne de diamètre moyen $\underline{d}$ et de hauteur $H \geq 10 \underline{d}$, la boue étant introduite en partie basse de la colonne dans le lit gazeux créé par l'air injecté au niveau, par exemple un peu en dessous ou un peu au-dessus (un ou quelques centimètres) de ladite alimentation en boue.

Egalement avantageusement la colonne comporte de plus un écran interne disposé à la sortie des moyens d'injection dans la colonne, pour éclatement du jet de boue.

5 Encore avantageusement le dispositif comprend un mélangeur statique de la boue en amont du récipient.

Avantageusement l'enceinte comprend au moins un élément générateur de perte de charge, par exemple un venturi.

10 Dans un mode de réalisation avantageux l'invention propose de plus une chambre de dégazage munie de moyens de brassage située en aval du récipient.

Avantageusement il est de plus prévu une capacité à la sortie ou en aval de l'enceinte faisant office de concentrateur agencé pour permettre la flottation de la boue floculée sur une hauteur déterminée (dans une fourchette déterminée par exemple entre 20 cm et 1 m d'épaisseur de boue), muni de moyens d'évacuation en continu de la boue par surverse.

20 L'invention propose aussi une galette de boue solidifiée obtenue à partir d'une boue organique de porosité égale ou similaire à celle de la pierre ponce. Par égale ou similaire on entend une porosité

$$\Phi = \frac{V_{\text{pores}}}{V_{\text{total}}} \text{ égale à } \pm 20 \%, \text{ avantageusement } \pm 10 \%.$$

25 La porosité est par exemple calculée de façon connue en elle-même sur des échantillons préparés après extraction des fluides de l'échantillon avec par exemple un extracteur connu sous la dénomination Soxhlet ou par distillation sous vide. On mesure le
30 volume total V_{total} par exemple par mensuration, puis le volume solide par exemple avec un pycnomètre.

La porosité de la pierre ponce est quand-à-elle de l'ordre de 85 % (± 5 %).

Avantageusement, la masse volumique de la galette est par exemple comprise entre 0,5 et 0,9 g/cm³.

5 Avantageusement la galette est obtenue par le procédé et/ou le dispositif tel que décrits ci-avant.

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 illustrant un premier mode de réalisation d'un dispositif mettant un œuvre le procédé selon l'invention.

15 La figure 2 est un schéma illustrant un deuxième mode de réalisation d'un dispositif selon l'invention.

La figure 3 est un schéma de fonctionnement d'un troisième mode de réalisation d'un dispositif selon
20 l'invention.

La figure 4 montre schématiquement un quatrième mode de réalisation selon l'invention avec dégazeur et concentrateur.

Les figures 5A, 5B et 5C sont des vues de face, latérale et de dessus d'un dispositif selon un
25 cinquième mode de réalisation de l'invention.

La figure 6 est une vue latérale partielle d'un dispositif selon un sixième mode de réalisation de l'invention.

30 Les figures 7A, 7B et 7C sont respectivement une vue de dessus et des vues latérales en coupe du concentrateur de la figure 5.

Les figures 8A et 8B sont des vues de dessus et en coupe latérale d'un concentrateur selon un autre mode de réalisation de l'invention.

La figure 9 est une vue en perspective (et en
5 transparence) d'un autre mode de réalisation de concentrateur/flottateur utilisable avec l'invention.

La figure 1 montre un dispositif 1 de traitement et de conditionnement de boues liquides 2 par exemple pompées par une pompe 3 à partir d'un réservoir 4 de
10 stockage des boues par exemple contaminées, à forte teneur organique et donc génératrices notamment d'ammoniac (NH_3).

Le dispositif comprend un récipient 5 formé par une colonne tubulaire 6 de diamètre $\underline{d}$ par exemple
15 compris entre 30 cm et 50 cm.

La boue est injectée à un débit Q par exemple de $20\text{m}^3/\text{h}$ par une tubulure pénétrante 7 (munie de moyens de mélange statique non représentés comme une vis hélicoïdale) dans une première zone 8 située dans la
20 partie basse 9 de la colonne 6, de petit volume par exemple 10 l. Le volume de la zone 8 est délimité par la partie de l'enceinte située dans le prolongement volumétrique de l'extrémité 10 de la tubulure pénétrante 7 et par la paroi en vis à vis 11 par
25 exemple cylindrique, et située à 5 cm de ladite extrémité 10.

Le dispositif 1 comprend également une alimentation 12 en air 13 à un débit Q' (Nm^3/h) de l'enceinte 6 par exemple en dessous de l'alimentation
30 en boue (tubulure 7). Mais l'air peut également être alimenté à contre flux du flux de boue, par exemple par le biais d'une rampe interne hélicoïdale 12'.

Il est rappelé par ailleurs que la valeur des débits gazeux est classiquement donnée en Nm^3/h (Normo-mètre cubes/h), le volume (en Nm^3/h) étant ici considéré à sa valeur rapportée à une pression de 1
5 bar, une température de 20°C et 0 % d'humidité comme cela est naturellement admis et compris par l'homme du métier, ingénieur dans le domaine du génie chimique.

L'air est en surpression P' par rapport à la
10 pression interne moyenne de la colonne 6 et est injecté à un débit Q' très supérieur au débit de boue, par exemple $500 \text{ Nm}^3/\text{h}$.

La rencontre de l'air et de la boue crée une première émulsion de boue 14, avec éclatement de la
15 boue (gouttes 15 dispersées) dans l'air, émulsion qui remonte ensuite dans la colonne de hauteur totale H , dans une deuxième zone 16 d'une première longueur L_1 avant d'atteindre le haut 17 de la colonne qui comporte un organe de sortie 18, par exemple une
20 soupape et/ou une vanne de régulation autorisant une surpression permanente de la première émulsion à l'intérieur de l'enceinte, par exemple à une pression moyenne P de l'ordre de 1,5 bar absolu, avec un ΔP entre le bas 9 et le haut 17 de la colonne de
25 quelques millibars.

Selon le mode de réalisation de l'invention décrit ici, le dispositif 1 comprend également une enceinte tubulaire 19 par exemple de diamètre d' tel que $\frac{1}{2} d \leq d' \leq d$ d'évacuation de la première émulsion sur une
30 deuxième longueur déterminée L_2 par exemple de 3 m.

L'enceinte 19 comprend un évent 20 de mise à l'atmosphère de son contenu par exemple à une distance $L'_2 = \frac{3}{4} L_2$ de la sortie de la colonne 6.

En amont de cet évent, le dispositif 1 comprend des moyens 21 connus en eux-mêmes (pompe doseuse, récipient de préparation etc...) d'introduction dans l'enceinte 19, d'un floculant 22, situés par exemple
5 à proximité de l'enceinte (par exemple à 5 cm de l'organe 18), par exemple formé par un polymère de type connu, adapté par l'homme du métier en fonction des boues traitées.

Il s'ensuit la formation d'une deuxième émulsion
10 23, cette fois-ci de gaz dans la boue floculée.

L'enceinte tubulaire permet un écoulement initialement en surpression puis gravitaire ou sensiblement gravitaire (pente α) une fois la mise à l'atmosphère de l'émulsion opérée par l'évent 20.

15 Une vanne 24 permet éventuellement de réguler cette mise à l'atmosphère.

L'émulsion 23 tombe alors dans des réservoirs, ici des sacs filtrants 25, 25' permettant de récupérer la boue déshydratée 26 qui flotte en surface, l'eau
20 claire 27 étant récupérée en partie basse. Les galettes 28 de boue 26 extraites des sacs, sont alors stockées et/ou épandues. De façon étonnante, elles n'ont pas d'odeur ou une odeur d'humus.

L'eau séparée a bénéficié du même traitement
25 d'ordre physico-chimique que la boue. L'air n'y est pas piégé, mais son potentiel redox s'est élevé, les fractions colloïdales étant fixées à la MO laissant une eau transparente, de charge en MES et en matière organique très faible. Par exemple, on obtient une
30 turbidité de 5 à 10 NTU alors que avec un filtre bande on obtient une eau beaucoup plus turbide, de 25 à 35 NTU.

Le filtrant est également moins visqueux que dans l'art antérieur, à qualité de boue initiale égale. Une mesure du CST donne ici de l'ordre de 5 s, alors que l'art antérieur obtient de l'ordre de 10 s.

5 La DCO est également descendue à moins de 100 mg O₂/l pour un filtrant de boue biologique et à moins de 200 mg/l pour un filtrant de boue digérée (pour un filtrant de la même boue obtenu avec une centrifugeuse classique de 1000 à 3000 mgO₂/l), ainsi
10 qu'une teneur en MES < 50 ppm pour plus de 1000 ppm avec l'art antérieur à conditions équivalentes.

La figure 2 montre un autre mode de réalisation d'un dispositif 30 selon l'invention, de traitement de boues liquides 31 introduites à une portion
15 d'extrémité 32 d'un récipient 33 allongé autour d'un axe 34 et de hauteur H déterminée, par exemple 1 m.

Le récipient est maintenu à une pression moyenne P par exemple de 2 bars absolus, et est formé par un cylindre de diamètre $\underline{d}$ par exemple de 300 mm.

20 La boue alimente une zone réduite 35, par exemple de 10 l située à la portion d'extrémité 32 également alimentée au bout du récipient et en amont de l'introduction de la boue par une arrivée d'air 36 par exemple à une pression $P' > P$, par exemple 3 bars
25 absolus.

L'air est alimenté à très fort débit Q' par exemple 100 Nm³/h, la boue étant quant à elle introduite à un débit Q par exemple de 10 m³/h.

La boue 31 éclate dans l'air qui est en
30 surpression, une légère dépression ΔP existant entre le récipient à l'arrivée de la boue en 35 et la sortie de l'émulsion de boue en aval 37 du récipient.

A la sortie du récipient 33 existe un venturi 38 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 39
5 comprenant une première partie 40 cylindrique de 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
10 exemple à 10 cm pour permettre un bon brassage), un réactif en 41, et/ou à nouveau de l'air (piquage 42).

Dans ce mode de réalisation, l'enceinte tubulaire comprend également une deuxième partie cylindrique 43, séparée de la première partie 40 par un deuxième
15 venturi 44, ladite deuxième partie étant de diamètre d'' avec par exemple $d' = d'' = d$.

En aval du venturi 44, et à proximité de celui-ci (1 à 10 cm) est prévu une alimentation 45 en floculant, avec des moyens connus en eux-mêmes (pompe
20 doseuse etc...), et un évent 46 de mise à l'atmosphère et/ou une sortie 47 de boue ouverte à l'atmosphère, 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
25 passer rapidement à 1 bars = 1 atmosphère à la sortie 47, l'émulsion devenant après l'ajout du floculant 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
30 par exemple de 10 m, avec $l_1 = 3$ m et $l_2 = 7$ m, mais d'autres valeurs sont possibles, la proportion entre l_1 et l_2 étant en général, mais non limitativement telle que $l_1 < l_2$.

Le dispositif 30 comprend de plus un filtre 48 et/ou un bac de décantation pour évacuation de l'eau épurée 49 en partie basse et de la boue déshydratée 50 en partie haute.

5 On a représenté sur la figure 3 un troisième mode de réalisation d'un dispositif 51 selon l'invention.

Le dispositif 51 comprend un récipient 52 alimenté par un piquage 53 en partie basse, en boue liquide, et en dessous de ce piquage 53, alimenté en air
10 comprimé à fort débit par un deuxième piquage 54.

Plus précisément le récipient est formé par une colonne verticale 55 comprenant une première partie formant un réservoir 56 de mélange/brassage très violent de l'air et de la boue, de petites dimensions
15 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 57 de gouttelettes 58 de boue cassée.

Cette émulsion de gouttes dans un fort flux
20 ascendant d'air en pression pénètre ensuite dans une conduite cylindrique 59, prolongeant le réservoir 56, 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 $L_1 = h_1 + h_2$).

25 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
30 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 60 de l'enceinte, une vanne 61 de régulation et/ou une soupape est prévue, d'évacuation
5 vers une enceinte tubulaire 62.

La pression de l'émulsion 57 passe de P_1 (par exemple 3 bars) dans le réservoir initial 56, à P_2 (2,890 bars) un peu inférieure à P_1 en partie haute de la colonne 59 du récipient, au niveau de la vanne
10 61, 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 62 comprend un premier tronçon 63 de longueur l_3 par exemple 5 m, qui se
15 termine par un venturi 64 faisant passer la pression $P'_3 < P_3$ à l'extrémité 65 du premier tronçon à une pression P_4 dans un deuxième tronçon 66 de l'enceinte en pente gravitaire, muni d'un évent 67, le tronçon 66 étant de longueur l_4 par exemple 1 m, avec $L_2 = l_3$
20 $+ l_4$.

Le tronçon 66 est connecté au filtre 68 de séparation des matières en suspension 69 de la partie liquide 70, que l'on vide en continu en 71, de façon connue en elle-même.

L'enceinte comprend des moyens 72 d'alimentation en flocculant 73 à partir d'un réservoir 74 de
25 préparation par brassage et mélange. Une pompe doseuse 75 amène le flocculant dans l'émulsion de boue qui sort du récipient 52 au niveau de la sortie de la vanne 61, ou à proximité immédiate (i.e. quelques cm)
30 dans une zone 76 assez perturbée du fait de la perte de charge générée par ladite vanne 61. P_3 est ici et par exemple séquentiellement 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 67.

Dans ce mode de réalisation, il a également été
5 prévu une arrivée d'air complémentaire 77, injectée par exemple séquentiellement avec le flocculant par le piquage 78, ou en parallèle.

L'émulsion 79 à la sortie du traitement avec le flocculant devient une émulsion d'air dans la boue
10 flocculée épaissie.

Les deux tronçons 63 et 66 sont par exemple cylindriques 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 m^3 de boue. L'injection s'effectue en sortie immédiate de la colonne du récipient.

Les boues s'évacuent ensuite par exemple
30 gravitairement via une tubulure (non représentée) éventée dans un sac filtrant (non représenté) et la boue épaissie étant quant à elle récupérée par exemple par pelletage pour constituer des blocs

épaissis, d'un facteur 50 par exemple par rapport à la boue liquide en entrée (τ de MS multiplié par 50 avant égouttage dans le sac filtrant).

En variante, on peut ajouter un réactif améliorant
5 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
10 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.

La figure 4 montre un dispositif 80 de traitement
15 de boue 81 injectée par une pompe 82 dans un récipient en ligne 83. Le récipient 83 comprend une première zone 84 de petit volume (< 50 l) formée par une première chambre 85 par exemple parallélépipédique ou cylindrique dans laquelle est
20 injecté d'une part la boue par exemple en partie basse à un débit Q par exemple $10 \text{ m}^3/\text{h}$ et d'autre part de l'air comprimé ou surpressé 86, à partir d'un surpresseur 87, à un débit Q' (par exemple $100 \text{ Nm}^3/\text{h}$) par exemple par le biais de deux piquages latéraux 88
25 en vis à vis, perpendiculairement au flux de boues pour former une première émulsion air/boue 89.

La chambre 85 est par exemple à une pression P de 5 bars absolus et est reliée par une tubulure 90 de section plus réduite que celle de la chambre, par
30 exemple de moitié (formant de ce fait une restriction entraînant une perte de charge à une deuxième zone 91 formée par une deuxième chambre 92, de forme sensiblement cylindrique, oblongue ou tubulaire par

exemple de plus grande section que la chambre 85, par exemple le double de longueur L_1 , dans laquelle la première émulsion 89 obtenue par le mélange air/boue est à une pression plus faible P' , par exemple de 4,5
5 bars absolus.

Le dispositif comprend une enceinte 93 formée d'un tube 94 terminée par une chambre 95 de dégazage munie de moyens de brassage 96.

Le tube 94 comprend une vanne 97 de restriction,
10 permettant de modifier la pression dans l'enceinte entre sa partie amont et sa partie aval et est muni de moyens 98 d'injections d'un flocculant connus en eux-mêmes en aval de la restriction 97, pour former une deuxième émulsion flocculée 99 dégazée dans la
15 chambre 95.

La chambre 95 de dégazage est par exemple un réservoir cylindrique de volume suffisant pour évacuer l'air en trop, et alimente gravitairement par une tubulure de sortie 100 un appareil concentrateur
20 ou capacité 101 qui va servir de flottateur.

L'émulsion 99 dégazée arrive en partie intermédiaire basse 102 de l'appareil et se sépare immédiatement en matière solide 103 qui monte en surface et en eau transparente 104 qui s'évacue
25 gravitairement en 105, en continu dans un premier réservoir 106 de forme tronco-cylindrique.

La matière solide 103 s'évacue en partie haute du concentrateur/flottateur 101 par exemple par une goulotte rétrécie 107 qui évacue la matière solide
30 108 par pompage (pompe 109) vers une unité de centrifugation 110, avec décantation supplémentaire dans un réservoir annexe 111, de l'eau rémanante en 112.

Le réservoir 106 de l'appareil 101 est avantageusement de petite taille (mais pas nécessairement), c'est à dire et par exemple d'un volume correspondant à 1 % du volume de boue véhiculé
5 par heure, par exemple 100 l pour 10Nm³/h.

Le réservoir est fermé par la goulotte 107 de section réduite ou rétrécie permettant du maintenir une légère surpression au-dessus d'un bar absolu, par exemple 1,2 bars.

10 Avec l'invention se produit un phénomène de flottation immédiate, totalement inattendu, avec une vitesse ascensionnelle V dans le réservoir de 50 à 250 m/h, très supérieure aux vitesses observées avec l'art antérieur (2 à 20 m/h).

15 Selon l'invention, on observe un effet de flottation dynamique extraordinaire (qui permet notamment de prévoir un appareil de petite taille).

Par exemple un flottateur de 1 m² de surface et de volume total de 1 m³ est capable de gérer entre 10 et
20 13 m³/h de boues et 200 à 250 kg/h de MS et de sortir une boue de 80 à 120 g/l de MS.

Avec l'invention il est possible de laisser un épaissement E du lit de boue jusque plus d'un mètre. La vitesse ascensionnelle de la boue, cumulée
25 à la porosité de la boue, permet également de maintenir la boue en flottation pendant un temps très long (de plusieurs heures si on le souhaite et si on dimensionne le réservoir en conséquence), ce qui a pour effet de permettre l'épaississement du gâteau de
30 boue sans pénaliser la qualité de l'eau sous-jacente.

Au moment de la montée la boue à une densité de 0,6 à 0,9. La porosité est stable et telle que même après centrifugation en 110, par exemple à 3000

T/min, la boue garde une porosité lui permettant de flotter sur l'eau.

Après avoir suffisamment épaissi la boue dans le réservoir 106, et/ou dans le réservoir annexe 111, en
5 fonction des besoins, elle peut être extraite par raclage, surverse, pompage en continu ou en processus de batch (ici c'est la surverse par la goulotte qui est plus particulièrement décrite).

L'appareil de concentration peut également être
10 une colonne, une cuve simple ou plus complexe muni d'un système de récupération des flottants et d'une sur verse comme cela va maintenant être décrit en référence aux figures suivantes.

A noter qu'en processus batch, il est également
15 possible de laisser épaissir les boues dans un premier appareil pendant qu'un autre est rempli.

Pour une charge massique de 200 à 250 kg/h de matière sèche, on peut par exemple prévoir un appareil de 1m³ et 1m de surface.

20 La flottation des boues est en effet tellement efficace (c'est la taille des bulles, due à la floculation sur l'émulsion, qui le permet, en comparaison avec un flottateur classique qui pressurise l'air de flottation et ne permet pas une
25 vitesse ascensionnelle aussi forte et une boue aussi consistante), qu'un gâteau épais est obtenu.

Celui-ci forme alors une sorte de bouchon de boue sortant par extrusion par la goulotte 107, en surverse du récipient de décantation.

30 Cet effet étonnant permet de mettre en œuvre un récipient de petite taille et capable de fonctionner sans aucune pièce motrice limitant ainsi la consommation énergétique de l'ensemble.

Rappelons que les systèmes de flottation ou d'épaississement classiques donnent des résultats de 30 à 40 g/l maximum, inférieur d'un facteur 3 à ce qui est obtenu avec l'invention.

5 L'épaississement exceptionnel obtenu aussi rapidement selon un mode de réalisation de l'invention peut avoir de multiples avantages :

Il permet de concentrer les boues biologiques afin de réduire le volume entrant dans des digesteurs.

10 Il permet de réduire le volume de boues à l'entrée des appareils de séparation comme une centrifugeuse.

Il autorise de faire fonctionner les appareils centrifugeuses et filtres presse dans leur plage de performance optimum et en conséquence d'améliorer
15 fortement, d'au moins 5 à 6% voire 10% la siccité des boues déshydratées.

Améliorer la siccité, conséquence de la concentration préalable par le dispositif et/ou le procédé selon l'invention, permet aussi de soustraire
20 une grande partie de l'eau non liée de la matière à déshydrater et de réduire les temps de marche des appareils.

Les figures 5A, 5B et 5C montrent un autre mode de réalisation d'un dispositif 113 de traitement des
25 effluents selon l'invention.

Le dispositif 113 comprend une alimentation en boue, par l'intermédiaire d'une tuyauterie 114 munie d'une vanne de régulation 115 et d'un mélangeur 116, d'une chambre 117 cylindrique de petit volume (par
30 exemple 36 l) en partie inférieure.

La chambre 117 est également alimentée par deux piquages 118 d'alimentation en air comprimé. Elle est connectée en partie haute à une deuxième chambre 119,

via une tubulure de jonction 120, ladite deuxième chambre étant cylindrique et de volume par exemple 500 l. Elle est terminée en partie haute par une enceinte tubulaire 121 munie d'un venturi 122, à la
5 sortie duquel sont connectés des moyens 123 d'alimentation en floculant. L'enceinte tubulaire 121 forme un coude et alimente en partie haute un appareil ou chambre 124 dégazage, ouvert en 125 à la pression atmosphérique et connecté en partie basse
10 126 par exemple tronconique, via une tubulure 127 d'alimentation gravitaire, à la capacité ou appareil concentrateur 128.

L'appareil concentrateur 128 sera décrit plus précisément en référence aux figures 7A à 7C. Il
15 comporte, en plus de son alimentation en partie basse 129 par l'émulsion floculée issue de l'appareil dégazeur 124, une tubulure de sortie 130 de la boue épaissie et une tubulure 131 de sortie de l'eau transparente obtenue.

20 En fait, l'appareil concentrateur selon le mode de réalisation de l'invention décrit ici n'agit pas comme un flottateur classique dans la mesure où la pression du réacteur n'est pas suffisamment élevée et par voie de conséquence la taille des bulles d'air ne
25 se situe pas dans le domaine micrométrique mais millimétrique.

Cette propriété confère à la boue une vitesse ascensionnelle remarquable.

La vitesse ascensionnelle observée est alors
30 estimée supérieure à 50 m/h, pouvant atteindre 100 m/h voir même 200 m/h.

Le dispositif selon le mode de réalisation de l'invention plus particulièrement décrit ici va

permettre de concentrer les boues digérées sortie digesteur, propres à être ensuite stockées dans une bâche à boues agitée avant centrifugation.

Cette configuration permet ainsi d'obtenir :

- 5 • Une meilleure siccité sortie centrifugeuse (dépassant 30 %).
- Une limitation des odeurs : le stockage de longue durée (supérieur à 4 semaines) de boues concentrées a montré une absence d'odeurs (H₂S et
- 10 NH₃)
- La possibilité d'utiliser des centrifugeuses à plus petit débit et moindre coût.

En plus d'une réduction très sensible de la taille des outils de concentration, typiquement épaisseur

15 statique ou mécanique (avec des performances bien supérieures et une absence d'odeurs conséquentes), l'invention ouvre donc des perspectives de réduction de taille des outils de filtration (typiquement centrifugeuse), limitant les investissements.

20 On a indiqué ci-après des exemples de lignes et de résultats sur des boues biologiques obtenues avec un dispositif tel que décrit en référence aux figures 4 et 5.

Exemple n° 1 : Caractéristiques des boues

- 25 • Les boues, sont constituées de boues primaires et des boues de lavage du biostyr (ajout de FeCl₃ et polymère entrée multiflo) ;
- elles ont une siccité initiale de l'ordre de 35 g/l - 40 g/l;
- 30 • les boues ne décantent plus avec le temps

Résultats après mise en œuvre de l'invention :

- Le polymère Praestol 860 BS ajouté en l'état à raison de 1 kg/t de MS ;

- siccité : 85 g/l

Ces résultats montrent qu'il est possible de concentrer les boues digérées entrée digesteur de 50% permettant alors de :

- 5 • Augmenter très sensiblement la charge du digesteur par ajout de boues tiers
- Augmenter la production de biogaz et favoriser une mise sur le réseau économiquement viable (en plus d'être Développement Durable)
- 10 • Améliorer le fonctionnement de la centrifugeuse, qui fonctionnerait dans sa plage optimum de performance.

L'invention permet ainsi d'obtenir des performances remarquables de concentration de boues
15 de 80 g/l à 100 g/l.

Le dispositif mis œuvre est de plus très compact.

Ainsi un dispositif permettant de traiter 15 m³/h de boues a un encombrement au sol inférieur à 10m² - un dispositif de 50 m³/h ne dépassera pas quant à lui
20 20 m².

Exemple n° 2 :

Caractéristiques des boues.

Il s'agit de boues de MBR (Membrane biologique réacteur).

25 L'invention montre ici des performances pouvant atteindre 90g/l à partir d'une boue à 40 g/l.

TABLEAU 1

Résultats de concentration boues digérées

Débit de boues M3 /h	MS (g/l) Norme Afnor	DCO sous nageant mg/l
11	81,5	182

11,2	69	185
11,7	86	120
11,8	69	122
11,2	88 - 86	130
15,6	75	ND

TABLEAU 2

Concentration des boues biologiques

Q boue	MS haut de flottation	MS Afnor sortie flottation
<i>m³/h</i>	<i>g/l</i>	<i>g/l</i>
11,99	107	-
6,8	-	73
6,1	-	69,8

5

débit boue moyen = 11,73 M³/h

MS BOUE=15,8 g/l en entrée

débit polymère= 635 l/h à 3,5 g/l

air= 57 Nm³/h

pression P interne au récipient =0,88 bar relatif

TABLEAU 3

Paramètres analytiques	boue sortie bache stockage	boue sortie concentrateur	égouttage sur panier de la boue sortie flottateur pendant 30 min
------------------------	----------------------------	---------------------------	--

MS g /l	15,8	79,4	111,4
masse volumique en g/ cm ³	1,1	0,92	0,87

La figure 6 montre un autre mode de réalisation d'un récipient 131 selon l'invention.

La première zone 132 de petit volume est ici la
 5 partie centrale 133 d'un venturi 134 formé sur la
 tuyauterie 135 d'alimentation en boue, les injections
 d'air se faisant par deux tubulures 136 symétriques,
 injectant dans le sens du flux par exemple avec un
 angle α compris entre 20° et 90°, par exemple 30° via
 10 des rétrécissements tronconiques 137 se piquant sur
 la partie centrale 133.

La deuxième zone 138 du récipient est ici formée
 par une partie de tuyauterie 139 de la tuyauterie 135
 d'alimentation de boue, connectée, par exemple au
 15 travers d'un diaphragme 140 pour régler la pression
 P, à une chambre cylindrique 141 de plus gros
 diamètre, par exemple dix fois le diamètre de la
 tuyauterie 135, l'ensemble des première et deuxième
 zones s'étendant sur une longueur L par exemple de 1
 20 m avant sortie de l'émulsion obtenue par le haut de
 la chambre 141, via un piquage de jonction avec une
 vanne ou une soupape (non représentée).

Les figures 7A à 7C montrent l'appareil
 concentrateur 128 de la figure 5.

25 Celui-ci comprend une cuve cylindrique 128 munie
 d'une arrivée d'émulsion par la tuyauterie 127,
 coudée, centrée à l'intérieur de la cuve à un niveau
 correspondant au tiers de la hauteur de la cuve.

La tuyauterie est coudée à 90° et se termine par une sortie en entonnoir 152 évasé vers le haut pour permettre la montée des bulles de boues 153 qui constituent une couche 154 de hauteur h réglable en
5 fonction du débit.

La boue monte dans la cuve à une vitesse de l'ordre de 50 m/s et se déverse dans un entonnoir central 155 conique.

La face supérieure 156 de la cuve est en cône
10 inversé ouvert en son centre 157 pour laisser l'air se dégager et permettre une compression de la boue en 158 entre la face interne 159 du cône inversé et le bord supérieur 160 de la périphérie de l'entonnoir.

La boue se déverse alors dans l'entonnoir et est
15 évacuée en partie basse pour gravité via un tube coudée 161 terminé par la tubulaire 130.

L'eau claire 162 est quant à elle évacuée en partie basse 163 de la cuve via un tube 164 vertical permettant le siphonage (flèche 165) et la sortie en
20 partie haute par la turbulence 131.

On a représenté sur les figures 8A et 8B un autre mode de réalisation d'un appareil concentrateur 166 utilisable selon une variante de l'invention.

Il comprend une cuve cylindrique 167 alimentée en
25 boue 168 par le haut via une tubulure 169 plongeante et centrée avec une extrémité 169 par exemple située au tiers ou au quart de la hauteur de la cuve.

Une plaque 170 de déviation permet la remontée de la boue à grande vitesse pour constituer un bouchon
30 171 de boue qui sort en partie haute 172 de la cuve comprenant une extrémité de sortie 173 en forme de tronc de cône, la boue s'évacuant par déversoir le long du bord périphérique 174 dans un réservoir

annulaire 175 périphérique puis via une tubulure de sortie 176 en partie basse dudit réservoir annulaire.

L'eau 177 qui reste en partie basse est quant à elle évacuée via une turbulence de sortie 178.

5 Ici encore on peut régler la hauteur de la couche de boue, et donc son tassement et sa siccité via le réglage des débits et des dimensions nominales des éléments de cuve.

La figure 9 montre un autre mode de réalisation d'un appareil concentrateur 180 formé par une cuve 10 181 parallélépipédique munie en son centre d'une chambre interne 182 également parallélépipédique définissant un espace 183 entre les parois internes de la cuve 181 et externes de la chambre 182.

15 La boue arrive en partie médiane 184 de la chambre, monte par flottation en créant un bouchon de boue d'épaisseur constante et se déverse sur la périphérie 185 de la chambre dans la partie 183 périphérique annulaire entre les parois de la chambre et de la cuve.

Elle est récupérée par le biais de pans coupés 186 par exemple à 30° et évacuée en 187 en partie basse par le biais d'un fond 189 collecteur par exemple en forme de prisme.

25 L'eau est quant à elle évacuée en 189 par un orifice de sortie situé en partie haute d'un canal collecteur 190 vertical, fonctionnant comme une colonne d'eau de siphon.

Comme il va de soi et comme il résulte également de ce qui précède, la présente invention n'est pas 30 limitée aux modes de réalisation plus particulièrement décrits. Elle en embrasse au contraire toutes les variantes et notamment celles où

on utilise plusieurs dispositifs les uns à la suite
des autres.

REVENDICATIONS

1. Procédé de traitement et de conditionnement de boues liquides (2, 31), dans lequel on crée une première émulsion (14, 57, 89) de boue dans un récipient (5, 6, 33, 52, 83, 117, 119, 131) en ligne pressurisé alimenté par la boue en continu à un premier débit Q (m³/h), par choc de la boue (2, 31, 81) avec de l'air (13) injecté dans le récipient (5) à un débit Q' (Nm³/h), avec $Q' > 5Q$, puis on l'évacue à la sortie du récipient via un organe (18, 38, 61) générant une perte de charge avant récupération de l'émulsion et dégazage puis on filtre (25, 25') ou on laisse décanter les matières en suspension de l'émulsion (23) ainsi obtenue en les séparant de la partie liquide (27, 49, 105, 112) que l'on vide en continu,

caractérisé en ce que on injecte la boue (2) et l'air (13) dans une première zone (8, 56, 84, 117, 133) du récipient, puis on évacue l'émulsion ainsi formée vers une deuxième zone (16, 59, 91, 119, 141) du récipient s'étendant sur une première longueur déterminée L_1 , l'injection d'air et de boue dans la première zone et la longueur L_1 étant propres à constituer ladite première émulsion formée de gouttes de boue dans l'air,

en ce que l'évacuation se fait dans une enceinte (19, 39, 62, 94, 121) s'étendant sur une seconde longueur déterminée L_2 , dans laquelle on injecte au moins un flocculant (22, 45, 73, 123), pour obtenir dans ladite enceinte une deuxième émulsion d'air dans la boue coagulée et flocculée,

et en ce qu'on dégaze (20, 46, 67) ladite deuxième émulsion au moins en partie par mise à l'atmosphère (20) de l'enceinte.

2. Procédé selon la revendication 1
5 caractérisé en ce que la première zone est d'un petit volume inférieur à $0,05 \text{ m}^3$.

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la première longueur déterminée L_1 est supérieure à 50
10 cm.

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que la deuxième longueur déterminée L_2 est supérieure à 1 m.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la
15 pression moyenne P dans le récipient (5, 33) est telle que $1,5 \text{ bars} < P < 10 \text{ bars}$ et Q' est tel que $10 Q \leq Q' \leq 100 Q$.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que on
20 dégaze fortement l'émulsion à la sortie du récipient, à l'intérieur d'une chambre (95, 124) de dégazage munie de moyens (96) de brassage.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le
25 récipient (8) en ligne est une colonne (6) de diamètre moyen d et de hauteur $H \geq 10 d$, la boue (2) étant introduite en partie basse (10) de la colonne dans le lit gazeux créé par l'air injecté au niveau
30 de ladite alimentation en boue.

8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'on projette la boue liquide (2) dans la colonne (6) sur une paroi (11) ou un écran

interne du récipient pour améliorer l'éclatement de celle-ci dans le flux gazeux.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce on
5 introduit la boue (2) en partie basse (10) du récipient (5, 6) via un mélangeur statique.

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le floculant (22, 45, 73) est un polymère injecté en
10 sortie immédiate du récipient, avant la mise à l'atmosphère.

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que on introduit en amont du récipient (6) dans le flux de
15 boue au moins un réactif pris parmi le sable, le carbonate de calcium, la chaux éteinte, les réactifs d'oxydation et/ou les réactifs d'aide à la coagulation.

12. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que on
20 introduit en aval du récipient au moins un réactif pris parmi le sable, le carbonate de calcium, la chaux éteinte, les réactifs d'oxydation et/ou les réactifs d'aide à la coagulation.

25 13. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'enceinte (19, 62, 94) est tubulaire et de section moyenne de passage équivalente à celle du récipient.

14. Procédé selon la revendication 13,
30 caractérisé en ce que l'enceinte comprend au moins un élément (18, 61, 97) générateur d'une perte de charge en aval de la sortie du récipient (6, 52), à la sortie duquel on injecte le floculant.

15. Procédé selon la revendication 14, caractérisé en ce que l'enceinte comprend au moins un deuxième élément générateur d'une perte de charge avant le premier élément générateur, à la sortie
5 duquel on introduit au moins un réactif et/ ou de l'air.

16. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le ou les éléments générateurs de perte de charge sont
10 des venturis (18, 38, 44, 64).

17. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce on effectue une concentration rapide et/ou sensiblement instantanée des boues par flottation/tassement de
15 l'émulsion floculée dans une capacité (101, 128, 166, 180) faisant office de concentrateur.

18. Procédé selon la revendication 17, caractérisé en ce la boue est évacuée par surverse du concentrateur.

20 19. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'on effectue un traitement des boues en aval de l'enceinte tubulaire par centrifugation, filtration et/ou pressage.

25 20. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'air injecté est chauffé et/ou mélangé à de la vapeur d'eau.

30 21. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'air est injecté pour former un écoulement hélicoïdal dans le flux de boue.

22. Dispositif de traitement et de conditionnement de boues liquides comportant un récipient (5, 6, 33, 52, 83, 117, 119, 131) en ligne, des moyens (3, 82) d'alimentation en boue (2, 31) dudit récipient en continu à un premier débit Q (m³/h), des moyens (87) d'alimentation dudit récipient en air à un débit Q' (Nm³/h), avec $Q' > 5Q$, et des moyens (25, 25', 68) de filtration et/ou de décantation de l'émulsion ainsi flocculée agencés pour séparer la partie liquide des matières en suspension et la récupérer en continu, caractérisé en ce que les moyens (3, 82) d'alimentation en boue et en air du récipient sont agencés pour injecter la boue et l'air dans une première zone du récipient, puis pour véhiculer le mélange sur une première longueur L_1 pour former une première émulsion de gouttes de boue dans l'air, en ce que il comprend une enceinte (19, 39, 62, 93, 121) d'évacuation de la première émulsion obtenue dans le récipient, l'enceinte (19, 39, 62) étant tubulaire s'étendant sur une longueur déterminée L_2 , comprenant des moyens de mise à l'atmosphère et des moyens (21, 72, 98, 123) d'injection d'au moins un flocculant (22, 45, 73) dans ladite enceinte tubulaire en amont par rapport à ladite mise à l'atmosphère, de façon à former une deuxième émulsion d'air dans la boue coagulée et flocculée.

23. Dispositif selon la revendication 22, caractérisé en ce que la première zone du récipient est de petit volume inférieur à 0,05 m³ confiné entre deux parois de passage.

24. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 22 et 23, caractérisé en ce que le

récipient (5, 33, 52) en ligne est une colonne (6) de diamètre moyen $\underline{d}$ et de hauteur $H \geq 10 \underline{d}$, la boue étant introduite en partie basse (10) de la colonne dans le lit gazeux créé par l'air injecté au niveau
5 de ladite alimentation en boue.

25. Dispositif selon la revendication 24, caractérisé en ce que la colonne (6) comporte de plus un écran interne disposé à la sortie des moyens d'injection dans la colonne, pour éclatement du jet
10 de boue.

26. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 22 à 25, caractérisé en ce qu'il comprend un mélangeur statique de la boue en amont du récipient.

15 27. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 22 à 26, caractérisé en ce que l'enceinte (19, 62, 94) est tubulaire de section moyenne de passage équivalente à celle du récipient.

28. Dispositif selon la revendication 27, caractérisé en ce que l'enceinte tubulaire (16)
20 comprend au moins un élément (18, 44, 61, 97) générateur d'une perte de charge en aval de la sortie du récipient, à la sortie duquel on injecte le floculant.

25 29. Dispositif selon la revendication 28, caractérisé en ce que l'enceinte tubulaire comprend au moins un deuxième élément (38) générateur d'une perte de charge avant le premier élément générateur, à la sortie duquel on introduit (42) au moins un
30 réactif et/ ou de l'air.

30. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 28 et 29, caractérisé en ce que le ou

les éléments générateurs de perte de charge sont des venturis.

31. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes 22 à 30, caractérisé en ce qu'il comporte de plus une chambre (95, 124) de dégazage en aval du récipient muni de moyens (96) de brassage.

32. Dispositif selon l'une des revendications 22 à 31, caractérisé en ce qu'il comporte de plus une capacité (101, 128, 166, 180) en aval de l'enceinte faisant office de concentrateur agencé pour permettre la flottation de la boue floculée sur une hauteur déterminée.

33. Dispositif selon la revendication 32, caractérisé en ce que la capacité comprend des moyens (107 ; 159, 160 ; 173, 174) d'évacuation de la boue par surverse.

34. Galette de boue solidifiée obtenue par le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 21, caractérisée en ce que elle est formée à partir d'une boue organique et en ce qu'elle est de masse volumique comprise entre 0,5 et 0,9 g/cm³.

35. Galette selon la revendication 34, caractérisé en ce qu'elle est de porosité égale ou similaire à celle de la pierre ponce.