

**PROCEDE DE SEPARATION ENTRE LIQUIDE ET MATIERE EN
SUSPENSION D'UNE BOUE ET DISPOSITIF METTANT EN ŒUVRE
UN TEL PROCEDE**

5 La présente invention concerne un procédé de séparation entre la partie liquide et les matières en suspension d'une boue alimentée en flux continu à un débit $Q_{EB} = V/\text{heure}$.

Elle permet ainsi d'éliminer quasiment la totalité
10 des matières en suspension pour les descendre en dessous d'un seuil déterminé.

L'invention concerne également un dispositif de traitement de boue mettant en œuvre un tel procédé.

Elle trouve une application particulièrement
15 importante, bien que non exclusive, dans le domaine de la déshydratation des boues et de la clarification des eaux.

Elle résulte de façon surprenante de l'utilisation d'une très forte énergie dans un milieu liquide et
20 boueux qui va permettre notamment d'attaquer les structures colloïdales à l'intérieur d'un tel effluent.

Des colloïdes sont en effet présents dans les boues solides (dans leur fraction organique), mais
25 également dans les eaux.

Ce sont notamment ces colloïdes qui donnent une coloration trouble et rendent difficile la séparation entre phases liquide et solide et la décoloration de certaines eaux.

30 On connaît des procédés de séparation de matière solide en suspension, de l'effluent liquide dans lequel elle se trouve.

Les techniques qui existent d'extraction de l'eau hors des boues sont essentiellement le compactage qui augmente la teneur (en % en poids du mélange total), en composé solide de l'ordre de 5%, la centrifugation
5 ou la filtration qui augmentent l'une et l'autre la teneur en composé solide de 18 à 25%, et enfin le séchage (par combustion ou épandage pendant plusieurs semaines) qui augmente la teneur en composé solide de 90 à 95%, et ce en sachant que la teneur en poids de
10 composé solide des boues d'épuration avant le traitement est en général comprise entre 0,1 à 1% du poids total de l'effluent.

Tous ces traitements connus de l'art antérieur présentent des inconvénients, soit liés au fait que
15 la dessiccation n'est pas suffisante (compactage, centrifugation, filtration) soit liés au temps de traitement (séchage) ou à la consommation importante d'énergie (combustion).

On connaît également (FR 73.08654) un procédé de
20 traitement des déchets de boues où on alimente un circuit étanche comprenant une cuve, circuit dans lequel on recircule pendant plusieurs dizaines de minutes en introduisant un gaz contenant de l'oxygène dans le circuit en amont de la cuve.

25 La rétention de la boue activée dans la cuve pendant une période de temps suffisante pour permettre la sursaturation par le gaz contenant de l'oxygène est indiquée comme permettant l'élimination de façon importante des solides en suspension.

30 Un tel procédé, outre qu'il est long, met en œuvre un dispositif assez compliqué, source de nombreux colmatages.

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 va permettre l'obtention d'une déshydratation
5 poussée bien supérieure à celle obtenue avec les techniques existantes, qu'il soit mis en œuvre seul ou en combinaison avec de telles techniques, et ce de façon très rapide, l'utilisation du procédé selon l'invention ne nécessitant que quelques secondes
10 avant l'obtention d'un résultat.

En particulier, ce procédé permet d'obtenir d'excellents résultats seul pour des boues très minéralisées (c'est à dire présentant un % de matière organique sur 100% en poids de matière sèche
15 inférieur à de 5 à 15%).

Avec des boues moins minéralisées, il est possible d'obtenir un rendement optimisé lorsqu'il est combiné avec un outil de séparation complémentaire disposé en aval du dispositif (filtre à bande ou
20 centrifugation), améliorant de plus de 10% la dessiccation, par exemple de 25%.

Les installations existantes peuvent ainsi être facilement améliorées en rajoutant un ou plusieurs réacteurs mettant en œuvre l'invention, ce qui va
25 ensuite et par exemple économiser sur les coûts de transport et d'incinération finale des boues.

Elle présente par ailleurs une très faible consommation électrique et utilise peu de matière consommable (air comprimé, additif).

30 De plus, le procédé met en œuvre un dispositif simple de très faible encombrement, facilement transportable, qui va donc pouvoir être installé sur des sites peu accessibles.

Avec l'invention un fonctionnement en continu est possible, et ce avec des contraintes d'exploitation peu exigeantes.

Le traitement selon l'invention ne génère par ailleurs aucune pollution tout en mettant en œuvre une technique en elle-même beaucoup plus économique que celles connues dans le domaine de la séparation liquide/solide (centrifugeuse, filtre presse, filtre bande, recirculation oxygénée continue, etc).

Enfin avec l'invention on obtient de façon étonnante un gâteau poreux et déshydraté de type nouveau constituant un résidu utilisable.

Dans ce but, l'invention propose notamment un procédé de séparation entre la partie liquide et les matières en suspension d'une boue alimentées en flux continu à un débit $Q_{EB} = V/\text{heure}$, dans lequel on injecte de l'air à un débit $\underline{d}$, caractérisé en ce que le flux étant formé d'au moins deux flux partiels, on les projette l'un sur l'autre dans une enceinte fermée de volume $v < V/20$, de passage du flux en pression, l'air étant injecté dans l'enceinte maintenue à une pression supérieure à une valeur déterminée, puis on filtre ou on laisse décanter les matières en suspension du flux ainsi traité dans un récipient de récupération.

L'enceinte fermée est alimentée et évacuée en continu au même débit ou sensiblement au même débit d'entrée et de sortie en continu de l'effluent.

Elle constitue donc un accident en ligne du flux traité sans recirculation en boucle des effluents à l'intérieur de l'enceinte.

Avantageusement, dans le cas d'une décantation, la partie solide ou gâteau tombe en partie basse du

récepteur en se séparant de la partie liquide que l'on vide en continu.

Par enceinte fermée, on entend une cuve ou un réacteur de volume clos déterminé comprenant
5 cependant et bien entendu les moyens d'entrée du flux continu, et des moyens de sortie (en général une tubulure) dudit flux continu une fois traité, au même débit ou sensiblement au même débit.

L'enceinte est donc une enceinte de passage du
10 flux en pression.

Par une valeur $v < V/20$ on entend une valeur inférieure ou à peu près inférieure, avec une tolérance de l'ordre de $\pm 10\%$ à 20% .

Avantageusement $v \leq V/25$ ou $\leq V/30$.

15 Dans un mode de réalisation avantageux de l'invention on atteint notamment les excellents résultats grâce au cumul de plusieurs fonctions dans la même enceinte de petite taille en ménageant quatre zones fonctionnelles.

20 Une zone d'introduction d'air légèrement comprimé, zone où se déroule aussi une mise en suspension ou une prévention de la décantation des particules les plus lourdes, néanmoins capables de monter dans le réacteur et de sortir en partie haute
25 avec les particules les plus fines.

Une zone de chocs hydrauliques ou s'effectue l'introduction des flux liquides.

Une zone de montée du lit constituée, pour une quantité en poids d'environ 1 de gaz, de 0,1 d'eau et
30 de 0,01 de solide. Dans cette zone un très fort brassage est rendu possible par l'apport d'air de la qualité préconisée (débit et pression).

Une zone de décompression par exemple réglée par une vanne située en partie haute du réacteur. Dans l'exemple de cette vanne celle-ci doit permettre de maintenir le réacteur à une pression relative de 0,5
5 à 2 bars environ.

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

- on injecte le flux dans l'enceinte de volume $v < V/20$ par deux orifices identiques opposés en vis à vis situés dans la moitié inférieure de ladite
10 enceinte, l'air étant injecté en dessous desdits orifices et on évacue en continu ou par intermittence le flux en partie haute, par exemple par le biais
15 d'une soupape de surpression déclenchant au dessus d'une valeur seuil déterminée ;

- l'air est injecté avec un débit $\underline{d} > 1,5 Q_{EB}$, par exemple supérieur à $5 Q_{EB}$, à $10 Q_{EB}$ ou compris entre 1,5 fois et 15 fois Q_{EB} ;

20 - l'air est injecté à pression moyenne. Par pression moyenne on entend compris entre 1,4 bar et 2,5 bars, avantageusement entre 1,6 bar et 1,9 bar. Une telle pression génère de plus grosses bulles qui vont être à même de mieux pénétrer le milieu en se
25 répartissant de façon aléatoire dans l'enceinte.

- le récipient de récupération est vidé en permanence par trop plein ;

- $v \leq V/50$;

- $v \leq V/100$;

30 - le débit Q_{EB} est supérieur ou égal à 15 m³/h, le débit $\underline{d}$ est supérieur ou égal à 25 Nm³/h et la pression relative dans l'enceinte est supérieure ou égale à 0,8 bar ;

- le débit Q_{EB} est supérieur ou égal à 20 m³/h, le débit $\underline{d}$ est supérieur ou égal à 50 Nm³/h et la pression relative dans l'enceinte est supérieure à 1,2 bar ;

5 - on ajoute au moins un réactif liquide en continu à un débit $\underline{q}$ à l'intérieur de l'enceinte ;

 - le réactif est ajouté dans des proportions comprises entre 0,05 % et 0,1 % du taux de matière sèche contenue dans la boue. Par taux de matière
10 sèche on entend le % en poids de solide sur le % en poids total de l'effluent ;

 - le réactif liquide est un flocculant organique de type cationique ;

 - on dégaze les effluents en sortie de l'enceinte
15 et on utilise les gaz obtenus pour alimenter l'injection d'air en partie basse ;

 - le gâteau obtenu est récupéré et déshydraté par séchage, pressage ou centrifugeage pour obtenir une galette solidifiée.

20 L'invention propose également un produit obtenu directement par le procédé tel que décrit ci-avant.

 Elle propose également une galette de boue solidifiée obtenue avec le procédé décrit ci-dessus, qui est caractérisée en ce qu'elle présente une
25 porosité comprise entre 5% et 15%.

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

 Elle propose par ailleurs un dispositif de séparation entre la partie liquide et les matières en
30 suspension d'une boue alimentées en flux continu à un débit $Q_{EB} = V/h$, comprenant des moyens d'alimentation en air à un débit $\underline{d}$, et un récipient de récupération et de décantation des matières en suspension du flux

ainsi traité, ainsi que des moyens d'évacuation en continu de sa partie liquide surnageante à l'extérieur dudit récipient, caractérisé en ce qu'il comporte

- 5 - une enceinte fermée de volume $v < V/20$ comprenant au moins deux orifices identiques opposés en vis à vis situés dans la moitié inférieure de ladite enceinte,
- 10 - des moyens de captation de la boue et d'alimentation dans la dite enceinte du flux de boue ainsi captée en au moins deux flux partiels respectivement injecté chacun par un desdits orifices,
- 15 les moyens d'alimentation de l'enceinte en air à un débit q étant propres à injecter l'air en dessous desdits orifices,
- et des moyens d'évacuation du flux en continu ou par intermittence, la pression dans l'enceinte étant supérieure à une valeur seuil déterminée.
- 20 .

Avantageusement le dispositif est agencé pour que le flux soit évacué en partie haute par le biais d'une soupape de surpression déclenchant au dessus de ladite valeur seuil déterminée.

- 25 Egalement avantageusement les moyens d'évacuation en continu de la partie liquide surnageante sont formés par un dispositif de trop plein gravitaire.

Dans un mode de réalisation avantageux $v \leq V/50$.

Egalement avantageusement $v \leq V/100$.

- 30 L'invention propose également un dispositif dans lequel les moyens d'alimentation d'un réactif liquide à un débit déterminé directement dans l'enceinte sont prévus.

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 description se réfère aux dessins qui l'accompagnent
5 dans lesquels :

- La figure 1 est un schéma de principe illustrant le procédé de traitement selon l'invention.

- La figure 2 est un schéma de fonctionnement d'un mode de réalisation d'un dispositif selon
10 l'invention.

- La figure 3 est une vue illustrant schématiquement la transformation d'une boue en utilisant un dispositif selon un mode de réalisation de l'invention.

15 La figure 1 montre les principes du procédé de séparation entre liquide et solide d'une boue, selon le mode de réalisation de l'invention plus particulièrement décrit ici.

Dans un réacteur 1 formé d'une enceinte 2,
20 oblongue, s'allongeant autour d'un axe 3, de petit volume v par exemple de l'ordre de 50 litres, on injecte les effluents (flèches 4) par deux piquages opposés 5, 6, symétriques par rapport à l'axe 3 de l'enceinte.

25 Les piquages sont situés en partie basse de l'enceinte, par exemple à une distance h du fond 7 de l'enceinte comprise entre le cinquième et le tiers de la hauteur H de l'enceinte.

Ces deux piquages situés en vis à vis l'un de
30 l'autre permettent une alimentation en pression du flux d'eau très chargé en matière sèche (MS), (par exemple τ de MS 10%/poids total) ce qui entraîne un

choc important au niveau de la rencontre des deux flux dans la zone 8.

En d'autres termes, le pompage des eaux de l'extérieur (non représenté) introduites dans l'enceinte du réacteur 1 de petite taille, par les deux piquages en face à face permet un choc entre les flux dans la zone 8 du fait de la pression de sortie de la ou des pompes d'alimentation (non représentées), qui dépend de la hauteur d'eau desdites pompes d'alimentation en amont des piquages et des pertes de charges du circuit.

Classiquement, en utilisant des pompes industrielles du commerce et un circuit sans trop d'accidents, une pression de 2 bar en sortie 9 des piquages dans l'enceinte est aisément atteignable.

L'énergie cinétique de pompage est alors transformée en énergie de choc, maximisée en augmentant la vitesse d'introduction dans l'enceinte pour la sortie des piquages des ajustages 9 de dimensions réduites, mais compatibles avec la granulométrie maximum de la boue.

Par ailleurs, et selon le mode de réalisation de l'invention plus particulièrement décrit ici on introduit une quantité d'air surpressé (flèche 10) en dessous de la zone 8.

Par surpressé on entend une légère surpression qui peut être comprise entre 0,1 bar relatif et 1 bar relatif par rapport à la pression atmosphérique, par exemple 0,8 bar relatif.

Cette introduction d'air se fait par une rampe 11 de répartition de l'air, par exemple une rampe formée par un tuyau circulaire, en serpentin ou longiligne, permettant d'amener des bulles d'air de façon

répartie sur la surface de l'enceinte, par des orifices 12, répartis le long dudit tuyau 13.

L'air peut également être amené par un piquage en partie basse.

5 La rampe est située en dessous de la rencontre des effluents en zone 8, par exemple entre le dixième et le cinquième de la hauteur H de l'enceinte, et génère de grosses bulles B, par exemple des bulles de diamètre compris entre 1 mm et 1 cm.

10 Cette introduction d'air augmente le niveau énergétique de l'enceinte, en surpression par rapport à sa sortie 14 d'évacuation des effluents après traitement.

On obtient aussi en partie supérieure 15 de l'enceinte une zone 16 fonctionnelle, dans laquelle un mélange extrêmement turbulent animé de mouvements browniens (trait 17 interrompu) est réalisé.

En partie basse 18 du réacteur, de façon connue en elle-même, il est prévu une purge 19 des éléments
20 trop denses qui ne s'échappent pas par le dessus du réacteur et qui est vidée séquentiellement.

A la sortie 14 du réacteur s'échappent l'air, l'eau et les boues qui après décantation, donner une eau transparente physiquement séparée de la matière
25 solide, avec un taux de matière solide très bas, inférieur notamment à 30 mg/l voire à 10 mg/l, alors qu'initialement il pouvait avoisiner plus de 500 mg/l.

La matière solide décolloïdée obtenue à ce niveau
30 est plus poreuse et par la suite aisément compactable. Elle peut même, en fonction de son taux de matière organique initiale, être directement peletable en sortant du réacteur.

L'air est introduit à une pression moyenne, par exemple comprise entre 1,6 bars et 1,9 bars absolu à la pression dans l'enceinte elle-même, afin qu'il puisse y avoir de grosses bulles dans le milieu, qui vont pouvoir le pénétrer et se répartir de façon aléatoire dans le réacteur pour réaliser le mélange attendu.

L'air est par ailleurs introduit à fort débit d , c'est à dire de 1,5 fois à 15 fois (en Nm^3/h) celui Q_{EB} de l'eau entrant (en m^3/h).

Le gaz extrait du réacteur sort avec l'eau et la boue au débit du surpresseur et peut être récupéré, traité et le cas échéant recyclé pour être réutilisé en partie basse du réacteur.

A noter que la présence de matières grossières du type sable, gravier etc, augmente le nombre de chocs et améliore de ce fait le processus.

La pression de l'enceinte est quant à elle agencée et/ou réglée pour optimiser l'énergie interne en générant un flux ascensionnel sortant par le haut.

Une telle pression est donc déterminée en fonction des caractéristiques fonctionnelles du circuit (Hauteur d'eau de pompes) mais aussi du type d'effluents et des débits de traitement recherché.

La dimension finalement choisie du réacteur sera également déterminée par l'homme du métier en fonction des connaissances de base de l'ingénieur du domaine du génie chimique et du diagramme des flux.

La pression et la sortie sont par exemple assurées par le biais d'une vanne soupape qui libère le flux lorsque la pression donnée est dépassée.

Comme le procédé selon l'invention met en œuvre une agitation en trois phases, solide, liquide et

gazeuse, il est nécessaire en sortie, de mettre une séparation tenant compte du dégazage, de la phase solide plus dense que l'eau et de l'évacuation de l'eau.

5 Dans un mode de réalisation avantageux on additionne de plus un coagulant (exemple chaux, chlorure ferrique).

Cette addition complémentaire se fait par exemple dans la zone fonctionnelle 16.

10 Ainsi avec un réacteur de 55 litres le diamètre et des buses d'injection dans ce réacteur de 40 mm de diamètre, on peut traiter jusqu'à 20 m³/h de boue.

De façon étonnante, on observe par ailleurs avec le procédé de l'invention que lorsque la pression
15 dans le réacteur est supérieure en pression relative à 0,8 bars, que le débit d'alimentation Q_{EB} des eaux boueuses par exemple formé par des boues d'épandage chargées en MES à 5%, lesdits MES étant issus de la dégradation biologique d'herbe de marais, d'argile,
20 de sable et de résidus pétroliers divers à l'état de traces (< 1 %) est supérieur à 15 m³/h et que le débit d'air $\underline{d}$ est supérieur à 25 m³/h, on obtient une séparation exceptionnelle, avec une vitesse de décantation maximale d'une boue qui présente après
25 séchage un aspect poreux granuleux nouveau.

Avec un réacteur de 55 litres et des buses d'injection de l'effluent à l'intérieur de 40mm, on obtient des valeurs de vitesse de percussion extrêmement rapides et des temps de séjour dans le
30 réacteur qui sont particulièrement courts [cf. tableau I ci-après].

TABLEAU I

m ³ /h										
Débit d'effluent	1	2	3	4	5	6	7	10	15	20
m/s										
Vitesse percussion particules solides	0,111	0,221	0,332	0,442	0,553	0,774	1,105	1,658	2,210	
Temps séjour réacteur	198,00	99,00	66,00	49,50	39,60	28,29	19,80	14,85	9,9	

5 Grâce à l'invention il est donc possible d'obtenir une déshydratation poussée bien supérieure à celle obtenue grâce aux techniques existantes et ce en quelques secondes.

A titre d'exemple on a fait figurer sur le tableau
 10 II ci-après, l'amélioration Δ en siccité, obtenue avec le procédé selon l'invention pour une boue de station d'épuration industrielle de Fos sur Mer, peu minéralisée (90% de matière organique) dans le domaine de la pétrochimie.

15 La comparaison est faite entre un simple traitement sur filtre bande (toile filtrante sur laquelle l'eau et la boue sont déversées par pompage et véhiculées entre des rouleaux d'essorage), et le même filtre bande après prétraitement avec le procédé
 20 selon l'invention.

Pour un volume d'enceinte $v = 55l$, on a fait varier les paramètres de débit de boue Q_{EB} (m³/h) de débit de gaz $d(Nm^3/h)$, la pression relative P à

l'intérieur de l'enceinte (bars), pour une charge en MS déterminée à l'entrée de l'enceinte (en g/l).

Les résultats sont par ailleurs donnés en fonction de l'état initial des boues i.e. fraîche (sans
5 décantation) peu fraîche (après décantation d'une journée) ou fermentée (plusieurs jours de décantation en absence d'oxygène).

On voit qu'un fort débit de gaz (huit fois le débit de boue) et une forte pression dans l'enceinte
10 (1,3 bars) améliore de 48,8% la siccité (essai N°10) pour une charge assez faible initiale (MS de 8,2 g/l).

En moyenne (voir essais N°13 à 16) une boue fraîche chargée à 32,4 g/l pour un débit de gaz vingt
15 fois supérieur à celui des boues, et une pression de 1 bar relatif dans l'enceinte, le procédé selon l'invention améliore la siccité (Taux de Matière Sèche (MS) en poids par rapport au poids total de la boue i.e. : MS + liquide) de 24 à 36,4 % soit en
20 moyenne 30%.

TABLEAU II

Essais N°	Type Boue industrielles Fos sur Mer	Débit		Pression Enceinte	Entrée	Δ Siccité Sortie	
		Q_{EB} Boue	d Gaz	P	MS		
		m3/h	Nm3/h	Bar	g/l	%	%
1	peu fraîche	2,8	40	0,5	24		14,7
2	peu fraîche	2	50	0,8	24		20
3	peu fraîche	3	60	1,4	28		35,5
4	peu fraîche	2	60	1	26		22,1
5	peu fraîche	2	60	1	26		21,1
6	peu fraîche	2	60	1	26		20,4
7	fraîche	1,5	60	1,1	26		26,6
8	fraîche	1,3	60	1	26		22,2
9	fraîche	1,2	60	0,8	26		24,4

10	fermentée	8	60	1,3	8,2	48,8
11	fermentée	6,2	60	1,1	11	32
12	fermentée	3	70	0,8	24	26,2
13	fraîche	3	60	1	32,4	24
14	fraîche	3	60	1	32,4	26
15	fraîche	3	60	1	32,4	36,4
16	fraîche	3	60	1	32,4	30,1
17	fraîche	4,4	40	1,6	32,4	27,2
18	fraîche	5,6	50	0,9	32,4	33
19	peu fraîche	6,5	60	0,5	24	28,2

On a ensuite représenté sur le Tableau III, un exemple de résultats obtenus avec un dispositif seul (sans traitement complémentaire) sur des sédiments (boue très minéralisée) et avec un traitement complémentaire (filtre bande).

Le traitement avec l'invention seule est à comparer avec le filtre bande seul qui ne dépasse pas une amélioration de la siccité de 15 à 18 %.

D'excellents résultats sont ici obtenus même sans traitement complémentaire avec filtre ou centrifugeuse.

TABLEAU III

Essais N°	Type Boue industrielles Fos sur Mer	Débit		Pression Enceinte	Entrée	Δ Siccité Sortie	
		Q_{EB} Boue	d Gaz	P	MS		
		m ³ /h	Nm ³ /h	Bar	g/l	%	%
20	sédiments	1.3	60	1,1	130		61.6
21	sédiments	1.2	60	1,1	84	56.7	69.5
22	sédiments	1.3	70	1	84	43.2	67.1
						Seul	Seul + Filtre

15

En plus de ce gain de temps considérable dans le traitement, de très faible consommation électrique, d'air comprimé et/ou additifs sont nécessaires.

Le faible encombrement de l'enceinte la rend par ailleurs facilement transportable, et permet son installation dans les sites d'accès difficile, le tout en autorisant un fonctionnement en continu d'une
5 grande simplicité.

Le traitement selon l'invention ne génère aucune pollution, et ce avec une installation beaucoup plus économique comparée aux autres systèmes de traitement envisageables pour le seul travail de séparation
10 liquide/solide comme sont les centrifugeuses, les filtres presse, les filtres bandes etc.

On a représenté sur la figure 2 un schéma de fonctionnement d'un dispositif 20 selon le mode de réalisation de l'invention plus particulièrement
15 décrit ici.

Le dispositif 20 permet la séparation entre la partie liquide et la matière sèche de la boue alimentée en 21 en flux continu à un débit $Q_{EB} = V/h$, l'alimentation en 21 se séparant ensuite en deux pour
20 alimenter les piquages 22.

Plus précisément le dispositif 20 comporte une enceinte E en acier inox, fermée, de volume $v < V/20$, par exemple de 55 litres pour un débit $Q = V/h$ de $1,5 \text{ m}^3/h$, comprenant au moins deux orifices identiques ou
25 piquages 22, opposés, en vis-à-vis, situés dans la moitié inférieure 23 de l'enceinte, par exemple à une distance égale au tiers de la hauteur de l'enceinte.

L'enceinte est par exemple constituée par une partie cylindrique 24 terminée en partie haute et en
30 partie basse par deux zones coniques identiques 25 par exemple d'angles au sommet de l'ordre de 120° .

Chaque extrémité est elle-même terminée par un tube supérieur 26, et inférieur 27. Le tube inférieur

27 est relié à une canalisation 28 d'évacuation intermittente, munie d'une vanne 29, du matériau en suspension 30 qui aurait été décanté dans le fond 27 de l'enceinte.

5 Le dispositif 20 comprend de plus des moyens 31 d'alimentation de l'enceinte en air 32 à un débit d en dessous des orifices 22.

Cette alimentation se fait par exemple par l'intermédiaire d'une tuyauterie rectiligne ou tube
10 33, de petit diamètre, par ex de 5 cm de diamètre, de longueur sensiblement égale au diamètre de l'enceinte cylindrique, comprenant des buses 34 régulièrement répartie, de sortie de l'air comprimé de façon répartie dans l'enceinte, créatrice de bulles
15 importantes qui vont entraîner d'importants brassages (ronds 35).

Des moyens 36 connus en eux-mêmes, d'alimentation d'un réactif liquide 37, par exemple un coagulant, sont prévus. Ils sont par exemple formés d'un bac de
20 stockage 38, alimentant par l'intermédiaire d'une pompe doseuse 39 et d'une vanne télécommandée 40, l'intérieur de l'enceinte au dessus des piquages 22, dans la zone de turbulence.

Le dispositif 20 comprend de plus des moyens 41
25 d'évacuation en continu du liquide ayant pénétré dans l'enceinte par l'intermédiaire d'une vanne ou soupape 42 qui s'ouvre au delà d'une pression déterminée dans l'enceinte, par exemple 1,3 bar.

Il est également possible de ne pas prévoir de
30 vanne, le circuit en aval lui-même constituant la perte de charge nécessaire au maintien en surpression relatif de l'enceinte.

L'effluent 43 est alors évacué en partie haute pour aboutir dans un bac 44 de décantation connu en lui-même.

Par exemple, ce bac 44 de décantation est
5 constitué par une cuve cylindrique 45 dans laquelle aboutit la tuyauterie d'évacuation 46 en dessous du niveau 47 de fonctionnement pour limiter les turbulences.

Le bac 44 se vide quant-à-lui par trop plein en
10 48, au travers d'une portion 49 de cuve latérale non turbulente séparée du reste de la cuve par une paroi ajourée par endroit.

La matière solide décantée 50 est évacuée en
partie basse 51 pour pouvoir être traitée
15 ultérieurement.

On a représenté sur la figure 3 en vue de dessus, le dispositif 20 de la figure 2 permettant d'obtenir, à partir de la boue 52, la galette 53, selon l'invention.

20 Dans la suite de la description on utilisera les mêmes références pour désigner les mêmes éléments.

A partir de la boue ou effluent 52 chargé en matériau en suspension, que l'on pompe dans un milieu 54 par l'intermédiaire d'une pompe 55 ayant une
25 hauteur d'eau H_0 à un débit Q_{EB} , on alimente l'enceinte E par l'intermédiaire des deux piquages 22 situés en vis-à-vis, l'un en face de l'autre. On a donc à chaque piquage un débit divisé par deux $Q_{EB}/2$.

L'alimentation en air 32 se fait en dessous des
30 piquages comme décrit ci-avant, par un piquage 56.

Un réactif (coagulant tel que chlorure ferrique ou chaux) connu en lui-même et à adapter par l'homme du métier en fonction des effluents traités, est

alimenté en continu dans l'enceinte E à partir du bac 38 via la pompe doseuse 39.

Les effluents une fois traités dans l'enceinte comme décrit ci-avant, sont évacués en partie haute
5 en 41 pour obtenir l'effluent défragmenté décolloïdé
57 comme représenté schématiquement sur la figure 3.

Cet effluent décolloïdé et défragmenté est ensuite alimenté dans le bac de décantation 45. Après une
décantation qui intervient en continu en quelques
10 secondes, on observe alors en 58 une eau extrêmement
claire, par exemple laissant passer 99% de la lumière
qui la traverse, voir 99,5%.

En 59, après traitement éventuel complémentaire de compactage en 60, on obtient une galette de boue
15 particulièrement intéressante, à la fois aérée,
solidifiée et présentant une excellente porosité
comprise entre 5% et 15%.

Un tel produit obtenu avec le procédé selon l'invention est nouveau et va former matière à des
20 utilisations ultérieures à titre de terreau, à titre
de matière première dans la construction etc.

On va maintenant décrire en référence à la figure 3 le fonctionnement d'une épuration selon le mode de
réalisation de l'invention plus particulièrement
25 décrit ici.

A partir d'un milieu par exemple une rivière 54 chargée en boue 52, on extrait par pompage (55) cette
boue.

Dans un exemple d'application le taux de boue,
30 i.e. le pourcentage en matière massique de matière
sèche, est par exemple compris entre 3 et 10%.

Cette boue alimente l'enceinte E par exemple de volume $V = 100 \text{ l}$, à un débit compris par exemple entre 5 et $50 \text{ m}^3/\text{h}$ par exemple $15 \text{ m}^3/\text{h}$.

Comme décrit ci-avant, cet effluent est injecté
5 dans le réacteur par les deux piquages 22 en vis-à-vis. Simultanément on alimente en air par la rampe inférieure 33 du réacteur avec un débit supérieur par exemple à $25 \text{ Nm}^3/\text{h}$.

La pression à l'intérieur de ce dernier est
10 comprise entre 0,3 et 1,5 bars relatif, par exemple supérieure à 0,8 bars relatif, en fonction de la hauteur d'eau de la pompe et/ou des pompes d'alimentation des effluents, ainsi que de la perte de charge créée par l'enceinte elle-même et par la
15 vanne d'évacuation 42 située en partie haute de ladite enceinte.

La pression à l'intérieur du réacteur peut notamment être régulée par l'intermédiaire de cette vanne supérieure ou soupape.

20 L'effluent ainsi brassé et alimenté en air, reste dans le réacteur pendant une période correspondant au rapport relatif entre les débits, le volume et la pression.

Il est donc conservé par exemple pendant un temps
25 de séjour de quelques secondes, par exemple inférieur à 1mn avant d'être évacué.

Ce temps peut même être très inférieur puisqu'avec un débit d'effluent supérieur à $20 \text{ m}^3/\text{h}$ on peut par exemple rester dans l'enceinte un temps inférieur à
30 10 secondes.

Le débit d'alimentation en boue a quant à lui une action directe sur la vitesse de percussion suivant le tableau produit ci-avant, sachant que le temps de

contact et de séjour dans le réacteur sous pression joue également sur la vitesse de formation des floccs et de leur décantation.

Le débit d'air et l'influence de la pression dans
5 le réacteur sont par ailleurs des éléments qui, au vue du résultat recherché, vont être adaptés, de façon à la portée de l'homme du métier.

Une fois les boues traitées, elles sortent du réacteur à une pression correspondant à la pression
10 d'écoulement du débit du fluide dans le tuyau 43, au bac de décantation 45, dans lequel la décantation va s'effectuer de façon connue en elle-même.

L'eau obtenue en surnageant est d'une grande pureté et elle est évacuée elle-même en continu en
15 58.

La boue obtenue en partie basse du bac de décantation est elle, évacuée soit en continu, soit sous forme discontinue, selon des périodes déterminées, par exemple une fois par jour.

20 Le fait de réévacuer cette boue très vite augmente sa qualité notamment en ce qui concerne sa bonne porosité.

Le traitement opéré grâce au procédé et réacteur selon l'invention permet ainsi d'obtenir un gâteau
25 poreux et déshydraté, la boue récupérée étant vide, sèche et manipulable. Quelques heures suffisent contre trois mois dans le cadre d'une utilisation dite de séchage classique, pour obtenir un résultat comparable, et encore les caractéristiques de la boue
30 obtenue étant bien meilleures avec l'invention car plus facilement recyclable.

Comme il va de soi et comme il résulte également de ce qui précède, la présente invention n'est pas

limitée aux modes de réalisation plus particulièrement décrits. Elle en embrasse au contraire toutes les variantes et notamment celles où les orifices peuvent être des ajutages, des tubes
5 pénétrant à l'intérieur de l'enceinte pour minimiser la distance entre les sorties et augmenter la force des chocs.

REVENDICATIONS

1. Procédé de séparation entre la partie
5 liquide et les matières en suspension d'une boue
alimentées en flux continu à un débit $Q_{EB} = V/\text{heure}$,
dans lequel on injecte de l'air à un débit $\underline{d}$,
caractérisé en ce que le flux étant formé d'au moins
deux flux partiels, on les projette l'un sur l'autre
10 dans une enceinte fermée de volume $v < V/20$, de
passage du flux en pression, l'air étant injecté dans
l'enceinte maintenue à une pression supérieure à une
valeur déterminée, puis on laisse décanter les
matières en suspension du flux ainsi traité dans un
15 récipient de récupération dans lequel la partie
solide ou gâteau tombe en partie basse du récipient
en se séparant de la partie liquide que l'on vide en
continu.

2. Procédé selon la revendication 1,
20 caractérisé en ce que l'air est injecté avec un débit
 $\underline{d} > 1,5 Q_{EB}$.

3. Procédé selon l'une quelconque des
revendications précédentes, caractérisé en ce que
l'air est injecté à une pression comprise entre 1,4
25 bar et 2,5 bar.

4. Procédé selon l'une quelconque des
revendications précédentes, caractérisé en ce on
injecte le flux dans l'enceinte de volume $v < V/20$
par deux orifices identiques opposés en vis à vis
30 situés dans la moitié inférieure de ladite enceinte,
l'air étant injecté en dessous desdits orifices et on
évacue en continu ou par intermittence le flux en
partie haute.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le récipient de récupération est vidé en permanence par trop plein.

5 6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que $v \leq V/50$.

7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que $v \leq V/100$.

10 8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le débit Q_{EB} est supérieur ou égal à 15 m³/h, le débit $\underline{d}$ est supérieur ou égal à 25 m³/h et en ce que la pression relative dans l'enceinte est supérieure ou
15 égale à 0,8 bar.

9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que le débit Q_{EB} est supérieur ou égal à 20 m³/h, le débit $\underline{d}$ est supérieur ou égal à 50 m³/h et la pression relative dans l'enceinte est
20 supérieure à 1,2 bar.

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que on ajoute au moins un réactif liquide en continu à un débit $\underline{g}$ à l'intérieur de l'enceinte.

25 11. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que le réactif est ajouté dans la zone de turbulence de l'enceinte dans des proportions comprises entre 0,05 % et 0,1 % du taux de matière sèche contenue dans la boue.

30 12. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'aucun floculant n'est ajouté en amont et/ou dans l'enceinte.

13. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que on dégage les effluents en sortie de l'enceinte et on utilise les gaz obtenus pour alimenter l'injection
5 d'air en partie basse.

14. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le gâteau obtenu est récupéré et déshydraté par séchage, pressage ou centrifugeage pour obtenir un galette
10 solidifiée.

15. Galette de boue solidifiée obtenue à partir du procédé selon la revendication 14, caractérisée en ce qu'elle présente une porosité comprise entre 5% et 15%.

16. Dispositif de séparation entre la partie liquide et les matières en suspension d'une boue alimentées en flux continu à un débit $Q_{EB} = V/h$, comprenant des moyens d'alimentation en air à un débit $\underline{d}$, et un récipient de récupération et de
20 décantation des matières en suspension du flux ainsi traité, ainsi que des moyens d'évacuation en continu de sa partie liquide surnageante à l'extérieur dudit récipient caractérisé en ce qu'il comporte une enceinte fermée de volume $v < V/20$ comprenant au
25 moins deux orifices identiques opposés en vis à vis situés dans la moitié inférieure de ladite enceinte, des moyens de captation de la boue et d'alimentation dans la dite enceinte du flux de boue ainsi captée en au moins deux flux partiels respectivement injecté
30 chacun par un desdits orifices, les moyens d'alimentation en air à un débit $\underline{d}$ étant propres à injecter l'air dans l'enceinte en dessous desdits orifices, et

des moyens d'évacuation du flux en continu ou par intermittence, la pression dans l'enceinte étant supérieure à une valeur seuil déterminée.

17. Dispositif selon la revendication 16, caractérisé en ce le flux est évacué en partie haute par le biais d'une soupape de surpression déclenchant au dessus de ladite valeur seuil déterminée.

18. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 16 et 17, caractérisé en ce que les moyens d'évacuation en continu de la partie liquide surnageante sont formés par un dispositif de trop plein gravitaire.

19. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 16 à 18, caractérisé en ce que $v \leq V/50$.

20. Dispositif selon la revendication 19, caractérisé en ce que $v \leq V/100$.

21. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 16 à 20, caractérisé en ce que il comporte des moyens d'alimentation d'un réactif liquide à un débit déterminé directement dans l'enceinte.