

PROCEDE ET DISPOSITIF DE CLARIFICATION DES EAUX

La présente invention concerne un procédé de clarification des eaux par traitement des structures colloïdales contenues dans un liquide et/ou une boue alimentée en flux continu à un débit déterminé.

Elle concerne également un dispositif permettant un tel traitement.

Elle trouve une application particulièrement importante bien que non exclusive dans le domaine de la clarification des eaux troubles, par exemple comprenant de la matière sèche (MS) et dans celui de la déshydratation des boues.

La plupart des eaux usées, polluées, vaseuses ou boueuses comprennent des colloïdes, qui sont présents soit dans les parties solides en suspension notamment dans leur fraction organique, soit dans les eaux elles mêmes.

Ces colloïdes donnent à l'ensemble de l'effluent une coloration et des caractéristiques d'opacité, source d'inconvénients.

L'invention en attaquant ces structures colloïdales, va permettre d'obtenir un effluent après traitement particulièrement transparent.

On connaît déjà des procédés permettant d'éliminer à tout le moins en partie la présence de colloïdes.

Ils consistent essentiellement à ajouter dans la chaîne du procédé d'épuration un ou plusieurs agents coagulants, puis floculants et ce en quantités suffisantes pour agglomérer et fixer les colloïdes,

que l'on élimine ensuite par exemple par décantation ou centrifugation.

Les procédés de l'art antérieur ne permettent cependant pas d'éliminer suffisamment les colloïdes
5 de l'effluent liquide, qui reste souvent à forte turbidité et/ou dont la fraction solide reste très hydratée.

De tels traitements entraînent alors des coûts de transport importants, et en général de combustion
10 supplémentaire.

Avec l'invention il va être possible de réduire la quantité de boue tout en obtenant une eau d'une grande pureté sans ajouts de réactifs en quantité importante.

15 On sait que les particules colloïdales présentent deux caractéristiques essentielles.

Elles ont un diamètre très faible (de 1nm à 1 μ m) et sont chargées électronégativement, engendrant des forces de répulsions intercolloïdales.

20 Ces deux caractéristiques confèrent aux colloïdes une vitesse de sédimentation extrêmement faible, que l'on peut même considérer comme nulle dans le cadre du traitement de l'eau.

Avec les traitements connus de
25 coagulation/floculation, on résout ce problème de la façon suivante.

Dans un premier temps, la coagulation, par ajout de sels métalliques (généralement de fer ou d'aluminium) permet de supprimer les répulsions
30 intercolloïdales. Les cations métalliques (Al^{3+} et Fe^{3+}) se lient aux colloïdes et les neutralisent. Les

particules colloïdales peuvent désormais se rencontrer.

Dans un second temps, la floculation permet de s'attaquer au problème du faible diamètre des colloïdes. Leur faible masse ne permet pas en effet
5 de sédimentation naturelle et exploitable dans le cadre d'un traitement.

Grâce à l'ajout de flocculant, une agglomération des particules colloïdales est engendrée,
10 l'agglomérat de colloïdes appelé floc disposant d'une masse suffisante pour pouvoir se décanter.

Le flocculant ajouté est généralement un polymère qu'il soit organique ou naturel.

L'invention part d'une idée radicalement
15 différente des idées de l'art antérieur, pour éliminer les colloïdes.

Pour ce faire elle vise à introduire une grande énergie (> 10.000 J) dans l'effluent chargé de colloïdes à la fois liquide et boueux, le tout en
20 milieu confiné et oxydant (air), ce qui, de façon étonnante va entraîner la perte des caractéristiques négatives des colloïdes empêchant leur élimination.

Appliqué à la déshydratation des boues, le procédé facilite la séparation liquide/solide et permet
25 d'obtenir un excellent résultat, qu'il soit mis en œuvre seul ou en combinaison avec d'autres techniques de séparation comme le centrifugeage ou la filtration.

En particulier, ce procédé permet d'obtenir
30 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 inférieur à de 5 à 15%).

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

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

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

De plus, le procédé met en œuvre un dispositif simple de très faible encombrement, facilement transportable, qui va donc pouvoir être installé sur
20 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
25 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 essentiellement
5 un procédé de clarification par traitement des structures colloïdales contenues dans un liquide et/ou une boue alimenté en flux continu à un débit $Q_{EB} = V_{EB}/\text{heure}$, caractérisé en ce que on projette le flux dans une enceinte en surpression par rapport à
10 la pression atmosphérique, ladite enceinte étant une enceinte de passage du flux en continu ou semi continu présentant un volume $v < V_{EB}/20$, en injectant simultanément de l'air dans l'enceinte à un débit q en dessous de l'alimentation du flux, dans ladite
15 enceinte.

Dans la définition ci-dessus, la valeur V_{EB} est bien entendu une valeur de volume par exemple exprimée en m^3 .

Par enceinte on entend une cuve ou un réacteur de
20 volume clos déterminé comprenant une entrée du flux et une sortie du flux après traitement de section plus limitée que le réacteur.

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

25 Par une valeur $v < V/20$ ou $v < 5 \% V$ 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 $\leq V/50$.

Dans un mode de réalisation avantageux de
30 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.

Une zone d'introduction d'air légèrement compressé, zone où se déroule aussi une mise en
5 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 avec les particules les plus fines.

Une zone de chocs hydrauliques ou s'effectue
10 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 de 0,01 de solide. Dans cette zone un très fort brassage est rendu possible par l'apport d'air de la
15 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
20 à 2 bars environ.

Avec l'invention il est donc possible de transmettre une forte énergie cinétique à partir de l'énergie cinétique de pompage, transformée en énergie de choc à l'intérieur d'un petit volume.

25 L'introduction simultanée d'une quantité d'air augmente le niveau énergétique de l'enceinte de petite dimension, en accroissant encore les turbulences.

Le régime hydraulique dans l'enceinte est ainsi
30 agencé pour être fortement turbulent ($Re \gg 3.000 \text{ m}^2/\text{s}$), ce qui entraîne, en combinaison avec

l'oxydation liée à l'injection d'air, l'élimination ou cassage des structures colloïdales.

Les collisions entre l'air, l'eau et la boue amènent en effet l'air au sein du solide, et ce en remplaçant physiquement une partie de l'eau interstitielle entre colloïdes par de l'air tout en fournissant l'oxydation de l'effluent.

Par exemple dans une boue industrielle issue de l'industrie pétrolière fortement chargée en MS (> 20 g/l) contenant 90% de matière organique, il a été observé en cas de dessiccation par filtre ou centrifugeage une eau résiduelle colorée, turbide, signe qu'elle contient encore des colloïdes, alors que en utilisant (préalablement ou non à un autre moyen de dessiccation) le procédé selon l'invention, on obtient une eau résiduelle transparente, dont le DCO est inférieure à 300 mg/l, c'est à dire dénuée de colloïdes pour l'homme de l'art.

Enfin, de façon inattendue, on a pu observer que le procédé selon l'invention permettait le stripage des molécules dissoutes dans l'eau, entraînant une dépollution importante et aidant ainsi encore à la clarification recherchée.

Avantageusement le flux est formé d'au moins deux flux partiels, qu'on projette l'un sur l'autre.

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 par deux orifices identiques opposés en vis à vis situés dans la moitié inférieure de ladite enceinte, l'air étant

injecté en dessous desdits orifices, l'air, l'eau et la boue s'échappant en partie haute de l'enceinte ;

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

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

- $V_{EB} < V/50$;

- $v \leq V_{EB} / 100$;

- on ajoute au moins un réactif liquide en continu
15 à un débit q à l'intérieur de l'enceinte ;

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

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

- le réactif liquide est un flocculant organique de
25 type cationique.

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

L'invention propose également un dispositif de
30 traitement des structures colloïdales contenues dans un liquide et/ou une boue alimenté en flux continu à

un débit $Q_{EB} = V_{EB}/\text{heure}$, caractérisé en ce qu'il comporte

une enceinte fermée de volume $v < V_{EB}/20$ comprenant au moins deux orifices identiques opposés
5 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
10 respectivement injecté chacun par un desdits orifices,

des moyens d'alimentation de l'enceinte en air à un débit $\underline{d}$ en dessous desdits orifices, et

des moyens d'évacuation du flux agencés pour
15 maintenir l'enceinte en surpression.

Avantageusement le flux est évacué en partie haute par le biais d'une soupape de surpression déclenchant au dessus d'une valeur seuil déterminée.

Egalement avantageusement le volume $v \leq V_{EB} / 50$.

20 Egalement avantageusement le volume $v \leq V_{EB} / 100$.

Dans un autre mode de réalisation avantageux le dispositif comporte des moyens d'alimentation d'un réactif liquide à un débit déterminé directement dans l'enceinte.

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

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

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

- La figure 3 est une vue schématique illustrant
5 la transformation d'une boue en utilisant un dispositif selon l'invention.

La figure 1 montre les principes du procédé de traitement ou cassage des structures colloïdes contenus dans un effluent, selon le mode de
10 réalisation de l'invention plus particulièrement décrit ici.

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

Les piquages sont situés en partie basse de l'enceinte, par exemple à une distance h du fond 7 de
20 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 l'autre permettent une alimentation en pression du flux d'eau très chargé en matière sèche (MS), (par
25 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
30 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.

10 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

15 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.

20 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 serpentín 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.

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

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
5 diamètre compris entre 1 mm et 1 cm.

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.

10 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
15 elle-même, il est prévu une purge 19 des éléments 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
20 eau transparente physiquement séparée de la matière 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.

25 La matière solide décolloïdée obtenue à ce niveau 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.

30 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
5 attendu.

L'air est par ailleurs introduit à fort débit $\underline{d}$, 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
10 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
15 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
20 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
25 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.

30 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 MS (matières sèches) à 5%, lesdites MS étant issues de la dégradation biologique d'herbe de
20 marais, d'argile, 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
25 présente après 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
30 extrêmement rapides et des temps de séjour dans le

réacteur qui sont particulièrement courts [cf. tableau I ci-après].

TABLEAU I

5

m ³ /h										
Débit d'effluent	1	2	3	4	5	6	7	10	15	20
m/s										
Vitesse percussion	0,1	0,22	0,33	0,44	0,55	0,77	1,10	1,65	2,21	
particules solides	11	1	2	2	3	4	5	8	0	
Temps séjour réacteur	198 ,00	99,0 0	66,0 0	49,5 0	39,6 0	28,2 9	19,8 0	14,8 5	9,9	

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.

En plus de ce gain de temps considérable dans le traitement, de très faible consommation électrique, d'air comprimé et de flocculant 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 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 liquide/solide comme sont les centrifugeuses, les filtres presse, les filtres bandes etc.

A titre d'exemple on a fait figurer sur le tableau
5 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.

10 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
15 selon l'invention.

Pour un volume d'enceinte $v = 55l$, on a fait varier les paramètres de débit de boue Q_{EB} (m^3/h) de débit de gaz $d(Nm^3/h)$, la pression relative P à l'intérieur de l'enceinte (bars), pour une charge en
20 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 stockage intermédiaire) peu fraîche (après stockage de trois jours) ou fermentée (plusieurs jours de
25 stockage 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 (1,3 bars) améliore de 48,8% la siccité (essai N°10) pour une charge assez faible initiale (MS de 8,2
30 g/l), ce qui est la preuve de l'efficacité d'une bonne décolloïdation.

En moyenne (voir essais N°13 à 16) une boue fraîche chargée à 32,4 g/l pour un débit de gaz vingt fois supérieur à celui des boues, et une pression de 1 bar relatif dans l'enceinte, le procédé selon
 5 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 moyenne 30%.

10

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
 15 (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
5 une amélioration de la siccité de 15 à 18 %.

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

10

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

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 inférieur à 20 fois V, 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 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 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, de la matière sèche 30 qui aurait été décantée dans le fond 27 de l'enceinte.

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

Cette alimentation se fait par exemple par l'intermédiaire d'une tuyauterie rectiligne ou tube 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 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 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
5 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
10 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
15 lui-même.

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

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

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

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

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 matière sèche, que l'on pompe dans un milieu 54 par l'intermédiaire d'une pompe 55 ayant une 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 $Q_{EB}/2$.

10 L'alimentation en air 32 se fait en dessous des 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 en 41 pour obtenir l'effluent défragmenté décolloïdé 57 comme représenté schématiquement sur la figure 3.

20 Cet effluent décolloïdé et défragmenté est ensuite alimenté dans le bac de décantation 45. Après une décantation qui intervient en continu en quelques 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 particulièrement intéressante, à la fois aérée, solidifiée et présentant une excellente porosité 30 comprise entre 5% et 15%.

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

5 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 décrit ici.

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

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

15 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 dans le réacteur par les deux piquages 22 en vis-à-vis.
20 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 comprise entre 0,3 et 1,5 bars relatif, par exemple
25 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 vanne d'évacuation 42 située en partie haute de
30 ladite enceinte.

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

L'effluent ainsi brassé et alimenté en air, reste
5 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 de séjour de quelques secondes, par exemple inférieur
10 à 1mn avant d'être évacué.

Ce temps peut même être très inférieur puisqu'avec un débit d'effluent supérieur à 20m³/h on peut par exemple rester dans l'enceinte un temps inférieur à 10 secondes.

15 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
20 et de leur décantation.

Le débit d'air et l'influence de la pression dans 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.

25 Une fois les boues traitées, elles sortent du réacteur à une pression correspondant à la pression 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 58.

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

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

Le traitement opéré grâce au procédé et réacteur selon l'invention permet ainsi d'obtenir un gâteau poreux et déshydraté, la boue récupérée étant vide, sèche et manipulable. Quelques heures suffisent
15 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 obtenue étant bien meilleures avec l'invention car plus facilement recyclable.

20 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
25 dans lesquelles les piquages d'alimentation en effluents ne sont pas au nombre de deux mais au nombre de trois, quatre ou plus, répartis régulièrement et angulairement autour de l'enceinte.

REVENDICATIONS

1. Procédé de clarification d'un liquide et/ou d'une boue par traitement de structures colloïdales
5 contenues dans ledit liquide et/ou ladite boue alimentée en flux continu à un débit $Q_{EB} = V_{EB}/\text{heure}$, caractérisé en ce que on projette le flux dans une enceinte (2, E) en surpression par rapport à la pression atmosphérique, ladite enceinte étant une
10 enceinte de passage du flux en continu ou semi continu présentant un volume $v < V_{EB}/20$, en injectant simultanément de l'air (10) dans l'enceinte à un débit $\underline{d}$ en dessous de l'alimentation du flux dans ladite enceinte.

15 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le flux est formé d'au moins deux flux partiels qu'on projette l'un sur l'autre.

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que
20 l'air est injecté avec un débit $\underline{d} > 1,5 Q_{EB}$.

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

25 5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce on injecte le flux dans l'enceinte (2, E) de volume $v < V_{EB} / 20$ par deux orifices (22) identiques opposés en vis à vis situés dans la moitié inférieure (33) de
30 ladite enceinte, l'air étant injecté en dessous

desdits orifices, l'air, l'eau et la boue s'échappant en partie haute de l'enceinte.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que $v \leq V_{EB} / 50$.

7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que $v \leq V_{EB} / 100$.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que on ajoute au moins un réactif (37) liquide en continu à un débit q à l'intérieur de l'enceinte (2, E).

9. Procédé selon la revendication 8, caractérise en ce que le réactif est un flocculant 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.

10. 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 d est supérieur ou égal à 25 m³/h et en ce que la pression relative dans l'enceinte est supérieure ou égale à 0,8 bar.

11. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que le débit Q_{EB} est supérieur ou égal à 20 m³/h, le débit d est supérieur ou égal à 50 m³/h et la pression relative dans l'enceinte (2, E) est supérieure à 1,2 bar.

12. Procédé selon l'une des revendications 10 et 11, caractérisé en ce que le réactif liquide est un flocculant organique de type cationique.

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

14. Dispositif (20) de traitement des structures colloïdales contenues dans un liquide et/ou une boue alimenté en flux continu à un débit $Q_{EB} = V_{EB}/\text{heure}$, caractérisé en ce qu'il comporte
10 une enceinte (2, E) de passage du flux, fermée, de volume $v < V_{EB}/20$ comprenant au moins deux orifices (22) identiques opposés en vis à vis situés dans la moitié inférieure (23) de ladite enceinte, des moyens (55) de captation de la boue et
15 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 (22), des moyens (31) d'alimentation de l'enceinte en air
20 (32) à un débit $\underline{d}$ en dessous desdits orifices, et des moyens (41, 42) d'évacuation en continu ou semi continu du flux total agencés pour maintenir l'enceinte en surpression.

15. Dispositif selon la revendication 14, caractérisé en ce le flux est évacué en partie haute
25 par le biais d'une soupape (42) de surpression déclenchant au dessus d'une valeur seuil déterminée.

16. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 14 et 15, caractérisé en ce que $v \leq V_{EB} / 50$.
30

17. Dispositif selon la revendication 16, caractérisé en ce que $v \leq V_{EB} / 100$.

18. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 14 à 17, caractérisé en ce que il
5 comporte des moyens (36) d'alimentation d'un réactif (37) liquide à un débit déterminé directement dans l'enceinte (2, E).