

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

2 986 163

②① N° d'enregistrement national : 12 00249

⑤① Int Cl⁸ : B 01 D 29/01 (2013.01), C 02 F 9/04, 9/08

①② DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 26.01.12.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 02.08.13 Bulletin 13/31.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥③ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : GOMBART MARC — FR.

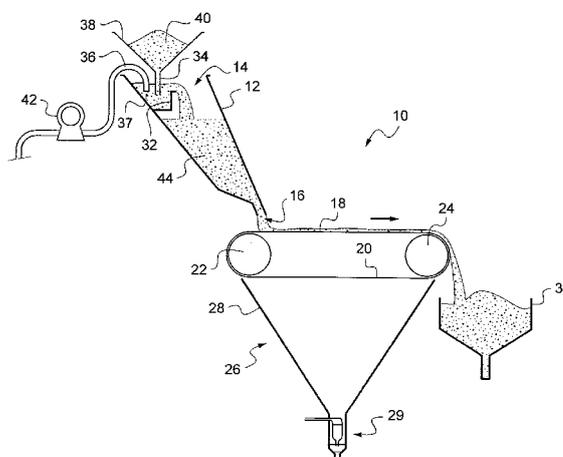
⑦② Inventeur(s) : GOMBART MARC.

⑦③ Titulaire(s) : GOMBART MARC.

⑦④ Mandataire(s) : CABINET FEDIT LORiot.

⑤④ PROCEDE ET INSTALLATION DE TRAITEMENT DES BOUES.

⑤⑦ L'invention concerne un procédé de traitement de boue et une installation de mise en oeuvre dudit procédé. Le procédé comprend les étapes suivantes: on fournit une boue à traiter (37) comportant des matières solides et de l'eau; on fournit un matériau minéral (40) sous forme pulvérulente; on met en contact ladite boue (37) avec ledit matériau minéral pulvérulent (40) pour conditionner ladite boue; on filtre ladite boue conditionnée (44) selon une étape de filtration pour déshydrater ladite boue conditionnée. Selon invention, durant l'étape de filtration, on dépose ladite boue conditionnée (44) sur un support poreux (18); et, on aspire l'eau de ladite boue conditionnée à travers ledit support poreux (18).



FR 2 986 163 - A1



Procédé et installation de traitement des boues

La présente invention se rapporte à un procédé de traitement d'une boue
5 et à une installation destinée à mettre en œuvre ledit procédé.

Les boues sont d'origines diverses et elles se présentent sous forme
liquide. Elles incluent des particules solides en suspension, notamment de
matières organiques, et de grandes quantités d'eau. Les particules organiques
sont de nature à favoriser le développement de la fermentation, et partant, le
10 dégagement d'odeurs nauséabondes. Aussi, les traitements visent à stabiliser
ces boues pour éviter la fermentation. Les traitements visent également à en
extraire l'eau afin de réduire les volumes de stockage et les coûts de transport.
En outre, des traitements d'hygiénisation sont destinés à tuer les agents
pathogènes qu'elles renferment.

15 Ainsi, on connaît différents procédés de traitement des boues pour
concentrer les matières solides. Ces procédés se différencient pour l'essentiel
par la phase de conditionnement des boues dans laquelle on leur fait subir une
transformation chimique et/ou mécanique et ensuite par la phase de
déshydratation.

20 Le conditionnement des boues a pour objet de faire coaguler les
particules en suspension et/ou de les faire flocculer de manière à pouvoir
ensuite faire décanter la boue et en extraire des parties substantielles d'eau. Le
conditionnement permet également, d'y ajouter des matières minérales
permettant essentiellement de faciliter la déshydratation et aussi, par un choix
25 spécifique de ces matières minérales, de les valoriser ensuite pour
l'amendement agricole. Les conditionnements de boues peuvent être de type
organique en utilisant des polymères ou de type minéral en utilisant le plus
souvent le chlorure ferrique et la chaux.

S'agissant de la phase de déshydratation, les outils les plus utilisés sont
30 les centrifugeuses, les filtres-presses ou les filtres-presses à bande. Ils
permettent d'augmenter considérablement le pourcentage massique de
matières sèches des boues, ou la siccité.

Des procédés connus de déshydratation présente une phase de

conditionnement sous agitation où l'on introduit du chlorure ferrique et de la chaux dans la boue à traiter et où la phase de déshydratation est réalisée sur filtre-presse. La boue conditionnée sous agitation est alors pompée vers le filtre-presse avec un temps de séjour moyen supérieur à 15 minutes, usuellement compris entre 30 et 60 minutes.

Cependant, il a été observé que le pourcentage de matières sèches de boue obtenue après traitement présentait de grandes variations pour un même procédé de déshydratation.

Aussi, un problème qui se pose et que vise à résoudre la présente invention est de fournir un procédé de traitement permettant d'obtenir des boues traitées avec un pourcentage de matières sèches homogènes, le plus élevé possible, et ce, à un coût avantageux.

Dans ce but, la présente invention propose, selon un premier objet, un procédé de traitement de boue comprenant les étapes suivantes : on fournit une boue à traiter comportant des matières solides et de l'eau, et un matériau minéral sous forme pulvérulente ; on met ensuite en contact ladite boue avec ledit matériau minéral pulvérulent pour conditionner ladite boue ; puis on filtre ladite boue conditionnée selon une étape de filtration pour déshydrater ladite boue conditionnée ; selon l'invention, durant l'étape de filtration, on dépose ladite boue conditionnée sur un support poreux ; et, on aspire l'eau de ladite boue conditionnée à travers ledit support poreux.

Ainsi, une caractéristique de l'invention réside dans la mise en œuvre d'un support poreux sur lequel on vient déposer la boue conditionnée afin ensuite, de pouvoir aspirer une partie substantielle de l'eau qu'elle contient. De la sorte, la déshydratation de la boue conditionnée peut être réalisée en continu par rapport à un séchage sur filtre-presse par exemple. En outre, le procédé selon l'invention permet d'offrir une solution de remplacement ou un autre mode de mise en œuvre à ceux connus.

Le support poreux présente deux faces opposées et on l'oriente horizontalement de manière à pouvoir déposer sur la face supérieure la boue conditionnée. On aspire alors l'eau à travers le support poreux en créant une dépression du côté de la face inférieure, opposée à la face supérieure du

support poreux. Cette dépression est par exemple comprise entre 0,05 bar et 0,95 bar.

En outre, selon un mode préféré de réalisation de l'invention, on entraîne en mouvement ledit support poreux, tandis qu'on dépose ladite boue conditionnée en continue sur ledit support poreux. De la sorte, la boue conditionnée est déshydratée en continu et partant, la boue à traiter peut être mise en contact avec le matériau minéral en continu également, ce qui permet notamment de réduire la taille des installations. De plus, ce mode préféré de réalisation permet de réduire le temps de contact entre le matériau minéral et la boue à traiter avant la filtration, ce qui augmente l'efficacité du procédé, comme on l'expliquera ci-après.

En outre, selon un mode de mise en œuvre de l'invention particulièrement avantageux, on forme un écoulement gravitaire de ladite boue à traiter présentant un amont et un aval, et on introduit ledit matériau minéral pulvérulent en amont dudit écoulement gravitaire pour mettre en contact ladite boue avec ledit matériau minéral pulvérulent. De la sorte, ledit matériau minéral pulvérulent se mélange intimement avec la boue à traiter entre l'amont et l'aval de l'écoulement sans agitation mécanique. La boue s'écoule en effet par gravité selon un écoulement sensiblement laminaire. Or, il s'avère que les opérations de pompage et de mise sous agitation forcée de la boue à traiter avec ledit matériau minéral pulvérulent et avec d'autres agents coagulant et floculant, concourent à dégrader les propriétés du mélange et à obtenir in fine, une boue traitée avec un taux de matière sèche moindre. Ainsi, grâce à l'invention, non seulement on améliore la qualité de la boue, mais au surplus le coût du traitement est réduit.

De plus, on introduit ledit matériau minéral pulvérulent en amont dudit écoulement gravitaire par gravité, de manière à atténuer plus encore l'agitation de la boue à traiter dès l'introduction dudit matériau minéral.

A l'autre extrémité, on récupère avantageusement ladite boue conditionnée en aval dudit écoulement pour la déposer sur ledit support poreux. Aussi, la boue conditionnée est acheminée directement sur le support poreux sans interruption dans l'écoulement. De la sorte, la boue est traitée en continu ce qui permet d'obtenir un temps de séjour moyen de la boue

conditionnée relativement court par rapport aux procédés selon l'art antérieur, et également, constant. On observe alors une amélioration significative du pourcentage de matière sèche des boues ainsi traitées.

5 Selon un autre mode de mise en œuvre de l'invention, particulièrement avantageux, on porte ledit aval dudit écoulement gravitaire en surplomb dudit support poreux pour déposer ladite boue conditionnée sur ledit support poreux. De la sorte, la boue conditionnée s'écoule directement par gravité sur le support poreux selon un écoulement laminaire, sans perturber l'équilibre entre l'effluent et les particules solides en cours de séparation. Ainsi, contrairement
10 aux pratiques selon l'art antérieur, où l'on tend à augmenter le temps de séjour des boues conditionnées pour favoriser un processus de maturation, selon l'invention, on raccourcit le temps de séjour et on réduit les écoulements turbulents de manière à ne pas dégrader ni déstabiliser l'équilibre physico-chimique de la boue conditionnée.

15 De plus, préférentiellement, le temps qui s'écoule entre l'étape de filtration et la mise en contact de ladite boue avec ledit matériau minéral pulvérulent est inférieur à dix minutes. Dans certaines circonstances, il est avantageux que ce temps soit inférieur à cinq minutes, afin d'éviter certaines transformations physico-chimiques de la boue conditionnée. On observera que seul le
20 traitement en continu, procurée par le procédé objet de l'invention, permet de réduire ce temps entre la mise en contact et la filtration, soit le temps de séjour moyen de la boue conditionnée.

Avantageusement, ledit matériau comprend de la chaux et/ou du carbonate de calcium. La chaux a notamment des vertus d'hygiénisation et de
25 carbonate de calcium permet de valoriser la boue traitée obtenue. Aussi, lorsqu'un mélange de chaux et de carbonate de calcium est mis en œuvre, le choix des pourcentages respectifs dépend grandement de la nature de la boue à traiter et de ses conditions d'utilisation une fois traitée.

Au surplus, selon un mode de réalisation de l'invention particulièrement
30 avantageux, on met en contact ladite boue à traiter avec un coagulant sous forme liquide, par exemple du chlorure ferrique, avant l'étape de mise en contact avec ledit matériau minéral pulvérulent. De la sorte, le mélange de la boue à traiter et du coagulant liquide peut être réalisé de manière homogène

selon un écoulement turbulent sans compromettre les transformations physico-chimiques ultérieures.

Selon un autre objet, la présente invention propose une installation de traitement de boue, ladite boue comportant des matières solides et de l'eau, ladite installation comprenant d'une part un conditionneur pour mettre en contact ladite boue avec un matériau minéral sous forme pulvérulente pour conditionner ladite boue, et d'autre part un filtre pour filtrer ladite boue conditionnée selon une étape de filtration de manière à déshydrater ladite boue conditionnée. Selon invention, ledit filtre comprend un support poreux pour pouvoir déposer ladite boue conditionnée sur ledit support poreux, et un dispositif d'aspiration pour pouvoir aspirer l'eau de ladite boue conditionnée à travers ledit support poreux. Ainsi, la boue conditionnée est rapidement déshydratée, ainsi qu'on l'expliquera ci-après.

Selon un mode de réalisation particulièrement avantageux, ledit conditionneur présente une ouverture de sortie, et une ouverture d'entrée située en surplomb de ladite ouverture de sortie pour former un écoulement gravitaire de ladite boue à traiter entre ladite ouverture d'entrée et ladite ouverture de sortie, et il comprend en outre un conduit d'amenée dudit matériau minéral débouchant au voisinage de ladite ouverture d'entrée. De la sorte, la boue s'écoule entre les deux ouvertures selon un écoulement sensiblement laminaire, et ledit matériau minéral est introduit en amont de l'écoulement. Ainsi, le mélange intime dudit matériau minéral et de la boue à traiter s'effectue entre les deux ouvertures sans pour autant perturber l'équilibre physico-chimique de la boue conditionnée.

Avantageusement, ledit support poreux comporte une bande d'un matériau tissé, lequel permet de retenir les particules solides de la boue conditionnée et de laisser passer l'eau qu'elle contient. Préférentiellement, ledit dispositif d'aspiration comprend une trompe à eau apte à créer une dépression par effet venturi, ce qui permet d'aspirer à un coût avantageux, l'effluent de la boue conditionnée à travers la bande poreuse. La mise en œuvre d'une trompe à eau, laquelle permet d'obtenir une dépression modérée, est rendue possible car le procédé selon l'invention permet de bénéficier d'une boue conditionnée

en parfait équilibre et non déstructurée. Dans certaines conditions, où une forte aspiration est nécessaire, on met en œuvre une pompe à vide.

D'autres particularités et avantages de l'invention ressortiront à la lecture de la description faite ci-après d'un mode de réalisation particulier de l'invention, donné à titre indicatif mais non limitatif, en référence à l'unique figure annexée sur laquelle est représentée schématiquement une installation de traitement des boues selon l'invention.

L'unique figure illustre une installation de traitement 10 conforme à l'invention. Elle comporte un conditionneur 12, constitué d'une goulotte évasée, et présentant une ouverture d'entrée 14 dans la partie supérieure et une ouverture de sortie 16 à l'opposé dans la partie inférieure. L'ouverture de sortie 16 débouche en surplomb d'un support poreux 18 formant filtre et constitué d'une bande continue 20 faite d'un matériau synthétique tissé. Elle est par exemple réalisée avec des fils de polyamide tissés avec une maille fine. Cette bande continue 20 est tendue entre un rouleau d'entraînement amont 22 et un rouleau d'entraînement aval 24.

Un dispositif d'aspiration 26 est installé en dessous du support poreux 18 entre les deux rouleaux d'entraînement 22, 24. Il comporte un carénage 28 terminé par un système venturi à eau 29. Grâce à ce dernier, on crée une dépression à l'intérieur du carénage 28.

L'ouverture de sortie 16 du conditionneur 12 débouche sensiblement au niveau du rouleau d'entraînement amont 22, tandis qu'en contrebas du rouleau d'entraînement aval 24, s'étend une trémie de récupération 30.

Le conditionneur 12, présente en amont vers l'ouverture d'entrée 14 et à l'intérieur, une retenue 32. À l'intérieur de cette retenue 32 débouche un conduit d'amenée 34 de chaux et une conduite d'arrivée 36 de boue à traiter 37. Le conduit d'amenée 34 prolonge une trémie de stockage 38 contenant de la chaux 40, tandis que la conduite d'arrivée 36 prolonge une pompe 42, laquelle est apte à aspirer la boue dans un réservoir de stockage non représenté.

Ainsi, la boue à traiter se déverse à l'intérieur de la retenue 32 du conditionneur 12, tandis que la chaux 40 est délivrée à l'intérieur de cette même retenue 32 par l'intermédiaire du conduit d'amenée 34. L'alimentation

en continu de la boue à traiter par l'intermédiaire de la conduite d'arrivée 36, provoque le débordement continu de la boue et de la chaux au-delà de la retenue 32 et partant, la dispersion de la chaux à l'intérieur de la boue à traiter. Ensuite, à l'intérieur du conditionneur 12, la boue ainsi mélangée à la chaux s'achemine progressivement vers l'ouverture de sortie 16 en formant un écoulement gravitaire et en se mélangeant plus encore selon un écoulement laminaire. La boue ainsi conditionnée 44 à l'intérieur du conditionneur 12 ne subit pas de destruction mécanique. En outre, le temps de séjour moyen de la boue ainsi conditionnée 44 à l'intérieur du conditionneur est par exemple inférieur à 10 minutes, et préférentiellement inférieur à trois minutes.

En outre, selon un mode de mise en œuvre particulièrement avantageux, la chaux 40, qui permet notamment de faire flocculer les particules en suspension dans la boue, est mélangée à du carbonate de calcium. Par exemple, le mélange comprend 50 % de chaux et 50 % de carbonate de calcium. Bien évidemment, des mélanges différents sont mis en œuvre en fonction de la nature même de la boue à traiter.

Selon encore un autre mode de mise en œuvre, du chlorure ferrique est ajouté à la boue à traiter au niveau de la retenue 32 pour améliorer la floculation des particules.

La boue ainsi conditionnée, s'achemine en continu à l'intérieur du conditionneur 12 et se dépose en traversant l'ouverture de sortie 16, sur le support poreux 18 qui est entraîné lui-même en mouvement, du rouleau amont 22 vers le rouleau aval 24. Le débit de boue à traiter qui est introduite en amont à travers l'ouverture d'entrée 14 est ajusté avec la vitesse de rotation des rouleaux d'entraînement 22, 24 de manière à déposer une couche de boue conditionnée au niveau du rouleau amont 22, dont l'épaisseur est comprise par exemple entre 1 mm et 10 mm.

Alors que la boue conditionnée se dépose sur le support poreux 18, à mesure que ce dernier est entraîné en mouvement, le système venturi à eau 29 permet de créer une dépression à l'intérieur du carénage 28 comprise par exemple entre 0,05 bar et 0,95 bar et de préférence entre 0,3 bar et 0,6 bar, de manière à pouvoir aspirer l'eau contenue dans la boue conditionnée et déposée sur le support pour 18 à travers ce dernier.

On observera que la dépression à l'intérieur du carénage 28 peut également être obtenue au moyen de ventilateurs.

REVENDICATIONS

1. Procédé de traitement de boue comprenant les étapes suivantes :
 - on fournit une boue à traiter (37) comportant des matières solides et de
5 l'eau ;
 - on fournit un matériau minéral (40) sous forme pulvérulente ;
 - on met en contact ladite boue (37) avec ledit matériau minéral pulvérulent (40) pour conditionner ladite boue ;
 - on filtre ladite boue conditionnée (44) selon une étape de filtration pour
10 déshydrater ladite boue conditionnée;

caractérisé en ce que durant l'étape de filtration :

 - on dépose ladite boue conditionnée (44) sur un support poreux (18) ; et,
 - on aspire l'eau de ladite boue conditionnée à travers ledit support poreux (18).
- 15 2. Procédé de traitement selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on entraîne en mouvement ledit support poreux, tandis qu'on dépose ladite boue conditionnée (44) en continue sur ledit support poreux.
- 20 3. Procédé de traitement selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'on forme un écoulement gravitaire de ladite boue à traiter (37) présentant un amont et un aval, et en ce qu'on introduit ledit matériau minéral (40) en amont dudit écoulement gravitaire pour mettre en contact ladite boue (37) avec ledit matériau minéral (40).
- 25 4. Procédé de traitement selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'on porte ledit aval dudit écoulement gravitaire en surplomb dudit support poreux (18) pour déposer ladite boue conditionnée sur ledit support poreux.
- 30 5. Procédé de traitement selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le temps qui s'écoule entre l'étape de filtration et la mise en contact de ladite boue (37) avec ledit matériau minéral pulvérulent (40) est inférieur à 10 minutes.
6. Procédé de traitement selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que ledit matériau minéral (40) comprend de la chaux et/ou du carbonate de calcium.

7. Procédé de traitement selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'on met en contact ladite boue à traiter (37) avec un coagulant sous forme liquide avant l'étape de mise en contact avec ledit matériau minéral pulvérulent (40).

5 8. Installation de traitement de boue, ladite boue comportant des matières solides et de l'eau, ladite installation (10) comprenant d'une part un conditionneur (12) pour mettre en contact ladite boue (37) avec un matériau minéral (40) sous forme pulvérulente pour conditionner ladite boue, et d'autre part un filtre (20) pour filtrer ladite boue conditionnée selon une étape de
10 filtration de manière à déshydrater ladite boue conditionnée (44), caractérisée en ce que ledit filtre comprend :

- un support poreux (18) pour pouvoir déposer ladite boue conditionnée (44) sur ledit support poreux ; et,

- un dispositif d'aspiration (26) pour pouvoir aspirer l'eau de ladite boue
15 conditionnée à travers ledit support poreux (18).

9. Installation de traitement selon la revendication 8, caractérisé en ce que ledit conditionneur (12) présente une ouverture de sortie (16), et une ouverture d'entrée (14) située en surplomb de ladite ouverture de sortie pour former un écoulement gravitaire de ladite boue à traiter entre ladite ouverture
20 d'entrée (14) et ladite ouverture de sortie (16), et en ce qu'il comprend en outre un conduit d'amenée (34) dudit matériau minéral (40) débouchant au voisinage de ladite ouverture d'entrée (14).

10. Installation de traitement selon l'une quelconque des revendications 8 à 9, caractérisé en ce que ledit dispositif d'aspiration (26) comprend une
25 trompe à eau (29).

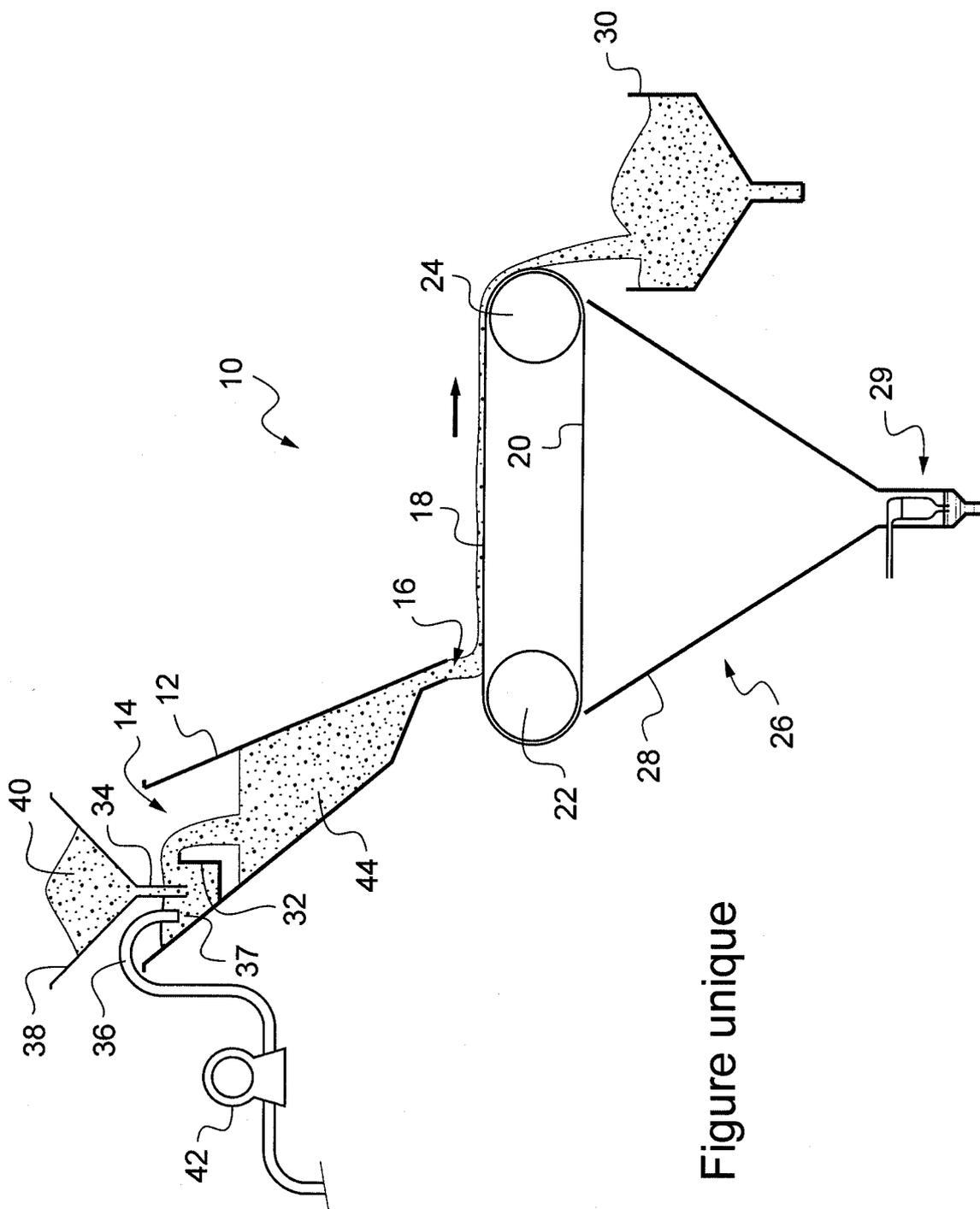


Figure unique



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 766965
FR 1200249

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	EP 1 950 182 A1 (LAB SA [FR]) 30 juillet 2008 (2008-07-30) * abrégé; figure 1 * * alinéa [0016] - alinéa [0017] * -----	1-10	B01D29/01 C02F9/04 C02F9/08
X	JP 2006 334524 A (JAPAN SCIENCE & TECH AGENCY; TAISEI CORP; SEIWA RENEWAL WORKS CO LTD) 14 décembre 2006 (2006-12-14) * alinéas [0009], [0012] * -----	8-10	
X	JP 2007 260572 A (NARITA ICHIRO) 11 octobre 2007 (2007-10-11) * abrégé * -----	1-10	
X	US 2009/000752 A1 (DYKSTRA GERALD M [US] ET AL) 1 janvier 2009 (2009-01-01) * page 6, colonne de gauche, ligne 4 - ligne 6; figure 3 * * alinéas [0029], [0039] * -----	1-10	
A	WO 01/62679 A1 (TALC DE LUZENAC [FR]; CLAUSS FREDERIC [FR]; HELAINE DELPHINE [FR]; BAL) 30 août 2001 (2001-08-30) * revendication 1 * -----	1-10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) C02F
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
18 décembre 2012		González Arias, M	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date	
autre document de la même catégorie		de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		
		& : membre de la même famille, document correspondant	

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1200249 FA 766965**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 18-12-2012

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1950182	A1	30-07-2008	EP 1950182 A1	30-07-2008
			FR 2911601 A1	25-07-2008

JP 2006334524	A	14-12-2006	AUCUN	

JP 2007260572	A	11-10-2007	JP 4040066 B2	30-01-2008
			JP 2007260572 A	11-10-2007

US 2009000752	A1	01-01-2009	AU 2008270600 A1	08-01-2009
			CA 2692413 A1	08-01-2009
			CN 101784722 A	21-07-2010
			EP 2173942 A1	14-04-2010
			NZ 582254 A	27-07-2012
			US 2009000752 A1	01-01-2009
			WO 2009006262 A1	08-01-2009
			ZA 200909202 A	28-07-2010

WO 0162679	A1	30-08-2001	EP 1257506 A1	20-11-2002
			FR 2805180 A1	24-08-2001
			WO 0162679 A1	30-08-2001
