

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale
WO 2012/017092 A1

(43) Date de la publication internationale
9 février 2012 (09.02.2012)

PCT

- (51) Classification internationale des brevets :
F26B 1/00 (2006.01) *F26B 23/00* (2006.01)
F26B 3/20 (2006.01) *C02F 11/18* (2006.01)
F26B 17/10 (2006.01) *C02F 11/14* (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2011/063565
- (22) Date de dépôt international :
5 août 2011 (05.08.2011)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
1056490 6 août 2010 (06.08.2010) FR
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES [FR/FR]; 25 rue Leblanc, Bâtiment "Le Ponant D", F-75015 Paris (FR).
- (72) Inventeur; et
- (75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) :
HAARLEMMER, Geert [NL/FR]; 120 allée Dent de Crolles, F-38330 Montbonnot-Saint-Martin (FR).
- (74) Mandataires : **ILGART, Jean-Christophe** et al.; Brevalex, 95 rue d'Amsterdam, F-75378 Paris Cedex 8 (FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : METHOD AND INSTALLATION FOR DRYING SLUDGE

(54) Titre : PROCEDE ET INSTALLATION DE SECHAGE DE BOUES

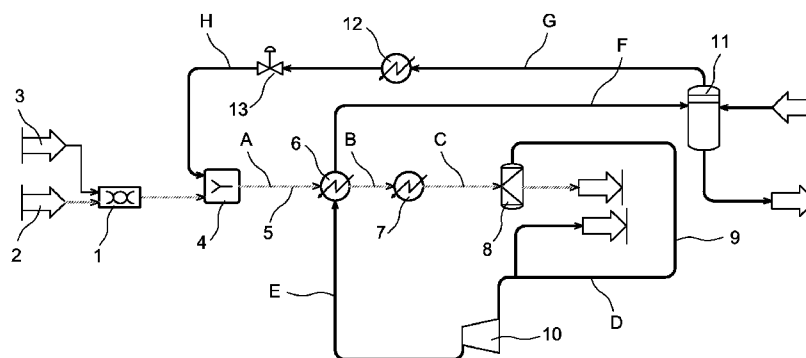


FIG. 1

(57) Abstract : This device for drying sludge is characterized in that a gas for driving a mixture of sludge and sand is recycled after the drying (6) and the separation (8) in order to be compressed (10) and to pass back through the dryer (6), acting as a heat-exchange fluid. Specifically, the compression has been carried out to increase the dew point of the gas containing vaporized moisture, such that the latent heat of vaporization can be recovered by the drying gas. The power necessary for functioning can thus be much less than the power necessary to vaporize the moisture in the sludge, since most of this power is recovered. Application to the treatment of wastewater.

(57) Abrégé : Ce dispositif de séchage de boues est caractérisé en ce qu'un gaz d'entraînement d'un mélange de boues et de sable est recyclé après le séchage (6) et la séparation

[Suite sur la page suivante]



WO 2012/017092 A1

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

(8) pour être comprimé (10) et repasser par le sécheur (6) en servant de fluide d'échange de chaleur. En effet, la compression a été menée pour augmenter la température de rosée du gaz contenant l'humidité vaporisée, de sorte que la chaleur latente de vaporisation peut être récupérée par le gaz de séchage. La puissance nécessaire au fonctionnement peut alors être nettement inférieure à la puissance nécessaire pour vaporiser l'humidité des boues, puisque la plus grande partie de cette puissance est récupérée. Application au traitement des eaux usées.

PROCEDE ET INSTALLATION DE SECHAGE DE BOUES
DESCRIPTION

DOMAINE TECHNIQUE

L'invention se rapporte à un procédé et une
5 installation de séchage de boues.

Les boues provenant notamment des stations
d'épuration des eaux usées doivent de plus en plus être
traitées et entreposées. Le traitement peut comprendre
une incinération, mais qui nécessite une très grande
10 quantité d'énergie à cause de l'humidité des boues.
C'est pourquoi l'incinération est souvent remplacée ou
précédée par un séchage destiné à diminuer le taux
d'humidité des boues et à les rendre ainsi plus
combustibles. Le séchage est toutefois lui-même
15 consommateur d'une énergie importante, les procédés
connus consommant entre 120% et 180% de la chaleur
latente de vaporisation de l'eau en général. Dans des
procédés courants, les boues humides sont transportées
sur une bande de tapis roulant, sur un disque ou sur un
20 tambour et soumises à un débit de gaz chaud. L'énergie
de chauffage peut être apportée au gaz de séchage par
un four fonctionnant au gaz naturel, et on obtient des
boues sèches et une buée composée du gaz de séchage et
de vapeur d'eau ; l'énergie calorifique de ces produits
25 est très difficile à récupérer.

Le document US-4 153 411 décrit un procédé
où les boues humides sont mélangées à un matériau en
grains tel que du sable préalablement chauffé. Le
mélange intime entre les boues humides et le sable
30 facilite l'évaporation de l'eau, le chauffage se
faisant par l'intermédiaire du sable. Les boues sèches

et le sable sont séparés dans un dispositif idoine tel qu'un cyclone après le séchage, et le sable peut être recyclé. Un autre avantage de cette conception est que le transport des boues à travers l'installation est plus facile, le sable rendant le mélange moins collant et donc moins adhérent aux parois des conduits de transport. Les difficultés de récupérer convenablement la chaleur ne sont toutefois pas évitées, et ce procédé n'est donc pas plus économe que les autres.

On connaît également un dispositif de séchage de boues commercialisé par la société GEA sous le nom « Superheated Steam Drying », constitué d'une boucle de vapeur dans laquelle les boues humides sont injectées. Pendant le séchage, la vapeur est chauffée par un moyen de chauffage externe. Les boues séchées sont récupérées dans un cyclone, tandis que le gaz les transportant est surchauffé, puis recomprimé afin d'être à nouveau mélangé à des boues humides.

L'invention a pour sujet d'améliorer les procédés et les installations connus dans ce domaine technique, avant tout en récupérant la chaleur utilisée à la vaporisation pour travailler avec un flux extérieur de chaleur beaucoup plus modéré.

Un aspect de l'invention est un procédé continu de séchage de boues, comprenant un mélange de boues humides avec un matériau solide divisé dans un débit de gaz, un chauffage du mélange suffisant à produire le séchage de boues en vaporisant leur humidité dans le gaz, puis une séparation de boues devenues sèches, du gaz devenu humide et du matériau solide divisé, caractérisé en ce que le gaz devenu

humide est comprimé en produisant une élévation de température, de telle sorte que la condensation de l'humidité de ce dernier serve à effectuer le chauffage d'une portion suivante du mélange.

5 Un sécheur selon l'invention comprend un circuit froid, dans lequel circule le gaz (alors référencé SEC), les boues humides ainsi que la matière divisée. Au cours de sa circulation dans le circuit froid, l'humidité des boues se vaporise si bien qu'en
10 aval du sécheur, les boues sont sèches et le gaz est humide. Ce circuit froid est chauffé par un circuit chaud, dans lequel circule ledit gaz humide, après avoir été d'une part séparé des boues et de la matière divisée, et, d'autre part, comprimé. Le gaz est alors
15 comprimé et à l'état humide.

Une caractéristique essentielle de l'invention est que la compression du gaz humide permet d'élever la température de rosée de la vapeur d'eau. Ainsi, lorsque le gaz humide (HUM.) pénètre dans le
20 circuit chaud du sécheur, la vapeur se trouve au contact de la paroi du circuit froid (paroi froide) dont la température est inférieure à la température de rosée de la vapeur. La vapeur se condense alors sur la paroi froide, ce qui permet de récupérer la chaleur
25 latente de vaporisation, qui sert alors à chauffer le gaz (SEC) circulant dans le circuit froid, et le rend assez chaud pour permettre de l'appliquer au séchage des boues. En effet, dans le circuit froid, le mélange constitué par le gaz (SEC), les boues humides et la
30 matière dispersée, est maintenu à une pression suffisamment basse pour que l'humidité des boues se

vaporise, ce qui humidifie le gaz et assèche les boues. Le procédé de séchage peut être entretenu avec un apport de chaleur extérieure réduit, de 20% à 50% de la chaleur latente de vaporisation de l'eau, plus
5 précisément de 30% environ dans de bonnes réalisations de l'invention. L'intérêt de la compression du gaz chaud et humide (HUM.) est de porter la température de rosée à un niveau supérieur à la température du circuit froid du sécheur.

10 Il est conforme à l'esprit de l'invention que le gaz, après avoir effectué le chauffage, soit asséché et recyclé en l'incorporant à une seconde portion suivante du mélange, afin de ne pas perdre la chaleur restante du gaz, mais d'injecter au contraire
15 cette chaleur dans le mélange avant de le sécher. On obtient alors un circuit complètement fermé de gaz qui évite les effluents malodorants. Le choix du gaz, comme un gaz neutre, devient alors possible. Le gaz asséché peut alors avantageusement être réchauffé avant de
20 joindre cette portion du mélange.

Un autre effet favorable de ce gaz asséché est qu'il peut servir à entraîner le mélange à travers un lieu du séchage des boues et jusqu'à un lieu de la séparation. Autrement dit, le gaz sert de moyen de
25 transport pneumatique des boues mélangées à une matière divisée.

Un autre aspect de l'invention est une installation de séchage de boues, comprenant un mélangeur de boues humides et d'un matériau solide
30 divisé, un injecteur d'un débit de gaz (SEC), un sécheur des boues, un séparateur des boues devenues

sèches, du matériau solide divisé et du gaz devenu humide (HUM.), un moyen de transport du mélange entre le mélangeur et le séparateur à travers le sécheur, caractérisée en ce qu'elle comprend un conduit reliant
5 le séparateur au sécheur et emprunté par le gaz devenu humide (HUM.), un compresseur étant présent entre le séparateur et le sécheur, le sécheur étant un échangeur de chaleur entre le gaz devenu humide (HUM.) et le mélange. Le conduit muni du compresseur permet
10 d'acheminer le gaz humide (HUM.) vers une calandre du sécheur, ou circuit chaud, dans laquelle une partie de son humidité se condense au contact du circuit froid, afin d'employer la chaleur que le gaz récupère alors au séchage des boues comme on l'a vu ci-dessus.

15 Le conduit peut relier le sécheur à l'injecteur pour réaliser le recyclage du gaz en passant par un dispositif de trempage. Ce dispositif permet de condenser une partie de l'humidité du gaz, en aval du sécheur.

20 L'injecteur peut être situé juste à une sortie du mélangeur, et si le moyen de transport du mélange consiste en un conduit de soufflage du gaz, l'installation peut être conçue de façon que le gaz recyclé serve à l'entraînement du mélange. Une forme
25 avantageuse du conduit de soufflage est présente quand il est divisé en plusieurs conduits adjacents, au moins à travers le sécheur, et que le conduit emprunté par le gaz devenu humide forme une calandre entourant le conduit de soufflage de gaz : l'échange de chaleur est
30 alors particulièrement facile grâce à la grande superficie totale des tubes. Il est à noter que la

division du conduit de soufflage en tubes fins facilite le guidage de l'écoulement et la régularité de l'entraînement. La présence d'une matière solide divisée telle que du sable facilite aussi la fragmentation du mélange, son écoulement dans les tubes ainsi que le nettoyage régulier des parois des tubes. Cet entraînement du mélange par soufflage et même purement par soufflage en aval du lieu où le mélange de boue et de matière solide divisée atteint le ou les conduits de soufflage à travers le réacteur et jusqu'à séparation du mélange est une autre caractéristique importante de l'invention, qui assure une grande capacité de traitement, tout comme les divisions de conduit en tubes. La matière solide divisée étant prépondérante ou très prépondérante dans la matière entraînée par rapport aux boues, l'écoulement par voie pneumatique est plus facile à accomplir puisque la pulvérisation du mélange l'est aussi.

Dans un mode de réalisation important, la calandre est divisée par des chicanes en compartiments alignés horizontalement, chacun des compartiments étant muni d'une canalisation d'évacuation d'eau s'ouvrant sous les compartiments et s'étendant au-dessus des compartiments. La division en chicanes impose un trajet zigzagant du gaz de chauffage qui favorise encore l'échange de chaleur, et une grande partie de l'humidité condensée dans le gaz se dépose au fond de la calandre où elle peut être régulièrement retirée.

Ainsi qu'on l'a mentionné, une quantité réduite de chaleur extérieure est nécessaire à l'entretien du processus. On prévoit que les seules

sources de chaleur extérieure seront avantageusement un surchauffeur du mélange entre le sécheur et le séparateur, un préchauffeur du gaz entre le dispositif de trempage quand il existe et l'injecteur, ou les
5 deux.

L'invention sera maintenant décrite plus en détail au moyen des figures suivantes :

- la figure 1 est une vue générale de l'installation,
- 10 - la figure 2 illustre un mélangeur et une réalisation correspondante d'injecteur,
- la figure 3 illustre une réalisation de sécheur,
- la figure 4 illustre un filtre,
- 15 - la figure 5 illustre une autre réalisation d'injecteur,
- la figure 6 illustre une autre réalisation de sécheur,
- la figure 7 représente l'évolution de la
20 température dans le sécheur du gaz humide, circulant dans le circuit chaud, et du gaz transportant les boues, circulant dans le circuit froid.

On décrira d'abord la figure 1. L'installation comprend un mélangeur (1) auquel
25 aboutissent des alimentations (2 et 3) de boues humides et de sable ou d'une autre matière divisée, un injecteur (4) à la sortie du mélangeur (1), puis successivement vers l'aval, sur un trajet de transport du mélange (5), un sécheur (6), un surchauffeur (7) et
30 un séparateur (8). Un conduit de recyclage (9) mène successivement du séparateur (8) à un compresseur (10),

au sécheur (6), à un dispositif de trempage (11), à un préchauffeur (12), à une vanne de réglage de débit (13), et aboutit à l'injecteur (4). Certains de ces appareils et leur agencement vont maintenant être

5 décrits plus en détail. La figure 2 représente ainsi le mélangeur (1), qui consiste en une vis sans fin (14) tournée par un moteur (15) dans une gaine (16) que traversent les alimentations (2 et 3), pour déverser les boues et le sable entre les filets de la vis (14).

10 Les alimentations (2 et 3) consistent chacune en une trémie (17) reliée au mélangeur (1) par une canalisation aval de réglage (18). Le mélange de boues humides et de sable formé dans la vis (14) tombe à l'extrémité de celle-ci dans l'injecteur (4), et

15 d'abord dans un bac (19) d'où il est soutiré continuellement par des vis doseuses (20), de structure identique à celles (14) présentes dans le mélangeur (1) mais dont la fonction est de transporter des débits séparés, plus petits et continus du mélange vers le

20 trajet de transport (5). Le bac (19) comprend encore, au-dessus des vis (20), un système de brassage (21) à hélice (22) tournant autour d'un axe horizontal. Les pales de l'hélice (22) sont elles-mêmes des vis tournantes (23) qui complètent le mélange et empêchent

25 un voûtage, c'est-à-dire la formation d'un creux en dessus de ces vis. Ainsi, les vis tournantes égalisent le niveau du mélange. Un moteur (24) assure les rotations de l'hélice (22) et des vis (23). D'autres dispositifs de brassage sont concevables.

30 Les vis doseuses (20) s'étendant au fond du bac de mélange (19) et hors de lui aboutissent

respectivement à des conduits de soufflage (25) fins et parallèles avec lesquels ils sont à angle droit ; les vis doseuses (20) comme les conduits de soufflage (25) sont avantageusement horizontaux. L'injecteur (4) finit
5 à leurs intersections, et le trajet de transport (5) correspond à l'ensemble des conduits de soufflage (25). Des restrictions de section (26) peuvent être établies dans les conduits de soufflage (25), devant le débouché des vis doseuses (20), pour augmenter la vitesse du gaz
10 de soufflage et favoriser la fragmentation du mélange et son entraînement par le gaz. Les conduits de soufflage (25) provenant de bifurcations du conduit de recyclage (9), réalisées en aval de la vanne de réglage (13), elles sont parcourues par le gaz originaire du
15 séparateur (8). Les conduits de soufflage (25) sont avantageusement rectilignes pour limiter les pertes de charge, faciliter l'auto-nettoyage par le sable ou plus généralement la matière solide divisée et réduire l'usure, mais ils peuvent être longs sans difficulté.

20 On se reporte à la figure 3. Le banc des conduits de soufflage (25) traverse une calandre (26) du sécheur (6) en formant un échangeur de chaleur avec elle. La calandre (26) correspond à une portion du conduit de recyclage (9), dont une portion amont y
25 débouche d'un côté et une portion aval du côté opposé. Des chicanes (27) divisent l'intérieur de la calandre (26) en compartiments, que le gaz parcourant le conduit de recyclage (9) traverse successivement en léchant les conduits de soufflage (25) et produisant ainsi
30 l'échange de chaleur. Le gaz de recyclage étant humide et perdant la plus grande partie de son humidité, par

condensation, dans la calandre (26), l'eau ruisselle au fond et doit être évacuée. Des canalisations (28) s'étendent pour cela au fond des compartiments de la calandre (26) et aboutissent à un réservoir (29). Comme
5 une différence de pression non négligeable existe entre les extrémités de la calandre (26), les niveaux d'eau - corrélés à celui du réservoir (29) - peuvent être nettement différents (1m pour une différence de pression de 0,1 bar par exemple), de sorte qu'il faut
10 éviter que l'eau déposée dans le compartiment le plus en aval n'interrompe la circulation du gaz ou n'atteigne les conduits de soufflage (25). Les canalisations (28) s'étendant vers le bas à partir du dessous de la calandre (26) permettent d'utiliser un
15 réservoir (29) de hauteur suffisante et d'éviter ce problème.

D'autres éléments de l'installation sont déjà connus et n'imposent pas, ou imposent peu, de description particulière. On mentionnera que le
20 séparateur (8) peut comprendre un cyclone pour récupérer le sable, puis un filtre pour recueillir les boues sèches. Le filtre peut être un filtre souple en chandelle de genre connu, comprenant d'après la figure 4 une membrane cylindrique poreuse et souple (30)
25 suspendue dans un réservoir (31). Le mélange de gaz humide et de boues sèches doit traverser la membrane (30) par un écoulement ascendant d'un conduit d'entrée (32) à un conduit de sortie (33). Un dispositif (34) de mise en pression maintient la membrane (30) gonflée et
30 ouverte. Le gaz humide traverse la membrane (30), mais les particules de boues y sont retenues. Quand le

filtre est plein, on arrête la dépression produite par le dispositif (34), le filtre (30) s'affaisse, et son contenu tombe dans une trémie (35) au fond du réservoir (31) où il peut être recueilli. Le sable récupéré peut
5 être envoyé automatiquement à l'alimentation (3) par un dispositif tel qu'un convoyeur à bande. Le dispositif peut encore être un circuit fermé, les particules sableuses des boues étant incorporées au sable du mélange et compensant les pertes de sable par
10 incrustation dans le circuit. Le dispositif de trempage peut être constitué d'une colonne à plateaux ou à garnissage, dans laquelle ruisselle de l'eau froide. Le gaz chaud (typiquement 60°), provenant du circuit chaud du sécheur, est injecté dans le bas de la colonne et
15 circule à contre-courant de l'écoulement d'eau froide. Il subit alors un contact intime avec l'eau, ce qui le refroidit vers une température de l'ordre de 30° par exemple. A la sortie du dispositif de trempage, l'humidité absolue du gaz a été abaissée, bien que son
20 humidité relative soit toujours voisine de 100%. Le surchauffeur (7), le préchauffeur (12), le compresseur (10) et la vanne (13) sont des éléments ordinaires. Le surchauffeur (7) peut notamment consister en une boîte à travers laquelle circule un fluide chaud (eau ou
25 vapeur), située juste à la sortie du sécheur (6) (figure 3).

On va maintenant décrire le fonctionnement de l'installation. Le sable et la boue humide sont brassés dans le mélangeur (1), et le mélange fourni à
30 l'injecteur (4) où il est entraîné sous forme pulvérisée par un débit d'air. Il est fortement

échauffé dans le sécheur (6), au point que l'humidité des boues se vaporise. Le surchauffeur (7) augmente quelque peu la température du mélange et du gaz de façon à éviter tout risque de recondensation dans le

5 séparateur (8), de collage de la matière solide ou de colmatage et plus généralement d'obstruction des conduits de soufflage (25). Le sable et les boues sèches sont recueillis dans le séparateur (8), le sable est recyclé, les boues périodiquement enlevées, et le

10 gaz, porteur maintenant de l'humidité des boues, continue son cycle dans le conduit (9). Il est suffisamment comprimé par le compresseur (10) pour que l'humidité puisse s'y condenser à une température plus élevée que celle du gaz (SEC) circulant dans le circuit

15 froid du sécheur. C'est parce que la condensation de l'eau se produit, dans le circuit chaud, à une température plus élevée, grâce à une pression plus élevée, que l'on obtient une différence de température entre le circuit froid et le circuit chaud. Cette

20 différence de température permet à la chaleur contenue dans le gaz chaud et humide d'être transférée au mélange circulant dans le circuit froid, ce qui entraîne la vaporisation de l'eau présente dans les boues. Le mélange diphasique se rafraîchit à travers le

25 sécheur (6), l'eau condensée au contact du circuit froid est recueillie par le fond de la calandre (26). En aval de la calandre, le gaz humide est refroidi par le dispositif de trempage (11), ce qui a pour effet d'abaisser l'humidité absolue de ce gaz. Ce dernier

30 continue le cycle, et subit l'action du préchauffeur (12), ce qui a pour effet d'augmenter la température et

d'abaisser l'humidité relative du gaz. Le gaz rejoint enfin l'injecteur (4) où il entraîne une portion suivante du mélange de sable et boues humides. La vanne de réglage (13) est utile pour amorcer le processus, en étant d'abord à peu près fermée, puis ouverte progressivement. Dans une installation concrète, on envisage un débit de 20 tonnes à l'heure de gaz, de 0,9 tonne à l'heure de boues sèches, avec 2,6 tonnes à l'heure d'humidité, et de 10 tonnes à l'heure de sable.

Les boues et le sable arrivent à température et pression ambiantes. On donne ci-après un tableau des températures et pressions atteintes aux différentes sections de l'installation, notées de A à H respectivement, dans le trajet de transport (5) après l'injecteur (4), le sécheur (6), et le surchauffeur (7), puis dans le conduit de recyclage (9) après le séparateur (8), le compresseur (10), le sécheur (6), le dispositif de trempage (11), et le préchauffeur (12).

Tableau I

Section	A	B	C	D	E	F	G	H
Température (°C)	37	70	81	85	175	56	33	100
p (bars)	0,9	0,8	0,7	0,6	1,2	1,1	1	0,9

On mesure l'importance de l'échauffement produit par la compression et la recondensation de l'humidité, qui permet un échange de chaleur suffisant à vaporiser l'humidité d'une portion suivante du mélange. La dépression dans le trajet de transport (5) favorise la dépression tout en facilitant l'emploi

d'une source de chaleur de basse qualité qu'est un fluide chaud.

La vitesse dans le trajet de transport (5) est de 20 à 30m à la seconde. On limitera le nombre de
5 coudes. Les coudes éventuels sont construits en béton dur de façon à limiter l'usure produite par le sable. Les conduits de soufflage (5) peuvent consister en des tuyaux ordinaires d'un pouce de diamètre. Leur nombre sera une fonction de la capacité du sécheur. Ils
10 peuvent être au nombre de cent, et la calandre (26) peut avoir une forme cylindrique avec un diamètre d'un mètre et une longueur de quelques mètres à quelques dizaines de mètres. La surface d'échange de chaleur est de cent mètres carrés environ pour le sécheur (6), de
15 vingt-cinq mètres carrés environ pour le surchauffeur (7). La circulation dans le sécheur (6) se faisant à contre-courant, comme on l'illustre à la figure 3, l'échange de chaleur s'effectue dans des conditions assez homogènes sur la longueur de la calandre (26), le
20 mélange circulant dans le circuit froid et le gaz humide (HUM.) en échange mutuel ayant en général une différence de température comprise entre 10 et 20°C environ à tout endroit du sécheur (6), sauf à l'entrée du gaz humide (HUM.) où cette différence est plus
25 importante.

La figure 7 donne un exemple de l'évolution de la température (en °C) du mélange (courbe M) circulant dans le circuit froid, et du gaz chaud et humide (courbe G) circulant dans le circuit chaud, le
30 sécheur étant supposé linéaire et de longueur de 20m. L'axe des abscisses représente cette longueur. Selon

cette figure 7, le mélange circule selon les abscisses croissantes, tandis que le gaz chaud et humide (HUM.) circule à contre sens, selon les abscisses décroissantes.

5 L'entrée du gaz chaud et humide (HUM.) dans le circuit chaud du sécheur se traduit par un refroidissement brutal ($16 < x < 20$), jusqu'à ce que la température atteigne une inflexion ($x = 16$), qui correspond alors à la température de rosée de la vapeur
10 d'eau. De $x = 16$ à $x = 0$, la vapeur d'eau contenue dans le gaz chaud se condense au contact de la paroi froide.

Au cours de son parcours dans le circuit froid, le mélange se réchauffe peu à peu.

Le cyclone du séparateur (8) est
15 dimensionné pour séparer les particules de sable de 300 à 1000 microns de dimension des particules de 50 à 200 microns de dimension de boues sèches. La puissance du compresseur (10) peut être de 325 kW et celle du préchauffeur et du surchauffeur de 200 kW au total. Une
20 compression moins importante du gaz peut être acceptée avec un échange de chaleur identique, si de la vapeur d'eau (éventuellement disponible ailleurs dans l'installation de traitement) est injectée dans la calandre (26) en suivant le même chemin que le gaz de
25 recyclage par un conduit d'alimentation (44). Le gaz de recyclage est avantageusement un gaz inerte.

Un autre mode de réalisation sera
maintenant décrit en liaison aux figures 5 et 6 : le transport purement pneumatique du mélange de sable et
30 de boues est remplacé par un transport dans un tambour s'étendant à l'intérieur du sécheur.

La figure 5 montre que l'injecteur, maintenant (36), peut alors être simplifié puisque le bac (19) et les vis doseuses (20) disparaissent : la sortie de la vis du mélangeur (1) débouche directement dans un conduit de soufflage unique (37) qui correspond ici à l'entrée du trajet de transport (5). Le conduit de soufflage (37) est, comme précédemment, dans le prolongement du conduit de recyclage (9).

Le sécheur porte la référence (38). Il comporte, outre une calandre (26) semblable à celle de la réalisation précédente, un tambour (39) qui y est logé dans toute sa longueur et tourne autour de son axe sous l'action d'un moteur (40) ; il s'étend encore à travers le surchauffeur (7) jusqu'au cyclone (41) du séparateur (8). Le tambour (39) peut avoir environ un mètre de diamètre et quinze mètres de long ; sa forme est toutefois légèrement conique, s'amenuisant vers le cyclone (41), afin d'augmenter la vitesse du gaz de soufflage pour qu'à la fin un transport pneumatique s'installe et véhicule les particules arrivant au cyclone (41). Des ailettes (42) disposées à l'extérieur du tambour (39) contribuent à donner la superficie souhaitée d'échange de chaleur de cent mètres carrés environ. Une structure statique de type vis intérieure (43) assure un mouvement de translation du mélange. Cette réalisation a une structure plus simple en général, mais l'inconvénient de comporter une partie mobile - le tambour (39) - dans l'installation, ce qui impose l'addition de joints d'étanchéité si l'on souhaite éviter les pertes de chaleur et limiter les nuisances olfactives. Quoi qu'il en soit, le transport

pneumatique au gaz chaud est un moyen efficace de déplacer le mélange tout en favorisant l'échange de chaleur par un préchauffage du mélange, et la vaporisation de l'humidité grâce à la fragmentation du

5 mélange.

REVENDICATIONS

1. Procédé continu de séchage de boues, comprenant un mélange de boues humides avec un matériau solide divisé dans un débit de gaz, un chauffage du mélange suffisant à produire le séchage de boues en vaporisant leur humidité dans le gaz, puis une séparation des boues devenues sèches, du gaz devenu humide et du matériau solide divisé, caractérisé en ce que le gaz devenu humide est comprimé en produisant une élévation de température puis sert à effectuer le chauffage d'une portion suivante du mélange par condensation de l'humidité dudit gaz humide.

2. Procédé de séchage de boues suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le gaz, après avoir effectué le chauffage, est asséché et recyclé vers une seconde portion suivante du mélange.

3. Procédé de séchage de boues suivant la revendication 2, caractérisé en ce que le gaz asséché est réchauffé avant de joindre la seconde portion suivante du mélange.

4. Procédé de séchage de boues suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le gaz asséché sert à entraîner le mélange à travers un lieu du séchage des boues et jusqu'à un lieu de la séparation.

5. Installation de séchage de boues, comprenant un mélangeur (1) de boues humides et d'un

matériau solide divisé, un injecteur (4, 36) d'un débit de gaz, un sécheur (6, 38) des boues, un séparateur (8) des boues devenues sèches, du matériau solide divisé et du gaz devenu humide, un moyen de transport (5, 25, 37, 5 39) du mélange entre le mélangeur (1) et le séparateur (8) à travers le sécheur, caractérisée en ce qu'elle comprend un conduit (9) reliant le séparateur (8) au sécheur (6, 38) et emprunté par le gaz devenu humide, un compresseur (10) étant présent entre le séparateur 10 et le sécheur, le sécheur étant un échangeur de chaleur entre le gaz devenu humide et le mélange.

6. Installation de séchage de boues suivant la revendication 5, caractérisée en ce que le conduit 15 (9) relie aussi le sécheur (6, 38) à l'injecteur (4, 36) en passant par un dispositif de trempage (11) du gaz.

7. Installation de séchage de boues suivant 20 l'une quelconque des revendications 5 ou 6, caractérisée en ce que l'injecteur (4, 36) est situé juste à une sortie du mélangeur (1), et le moyen de transport du mélange consiste en un conduit de soufflage d'un mélange gaz-boue-matériau solide.

25 8. Installation de séchage de boues suivant la revendication 7, caractérisée en ce que le conduit de soufflage de gaz (25) est divisé à travers le sécheur, et le conduit emprunté par le gaz devenu 30 humide forme une calandre (26) entourant le conduit de soufflage de gaz.

9. Installation de chauffage de boues suivant l'une quelconque des revendications 5 ou 6, caractérisé en ce que le moyen de transport du mélange comprend un tambour (39) tournant dans le sécheur (38), et le conduit emprunté par le gaz devenu humide forme une calandre entourant le tambour.

10. Installation de séchage de boues suivant la revendication 8 ou 9, caractérisée en ce que la calandre est divisée par des chicanes (27) en compartiments alignés horizontalement, chacun des compartiments étant muni d'une canalisation d'évacuation d'eau (28) s'ouvrant sous les compartiments et s'étendant au-dessous des compartiments.

11. Installation de séchage de boues suivant l'une quelconque des revendications 5 à 10, caractérisée en ce qu'elle comprend un surchauffeur (7) du mélange entre le sécheur et le séparateur, ou un préchauffeur (12) du gaz entre le dispositif de trempage de gaz et l'injecteur, ou les deux, comme seules sources de chaleur extérieure.

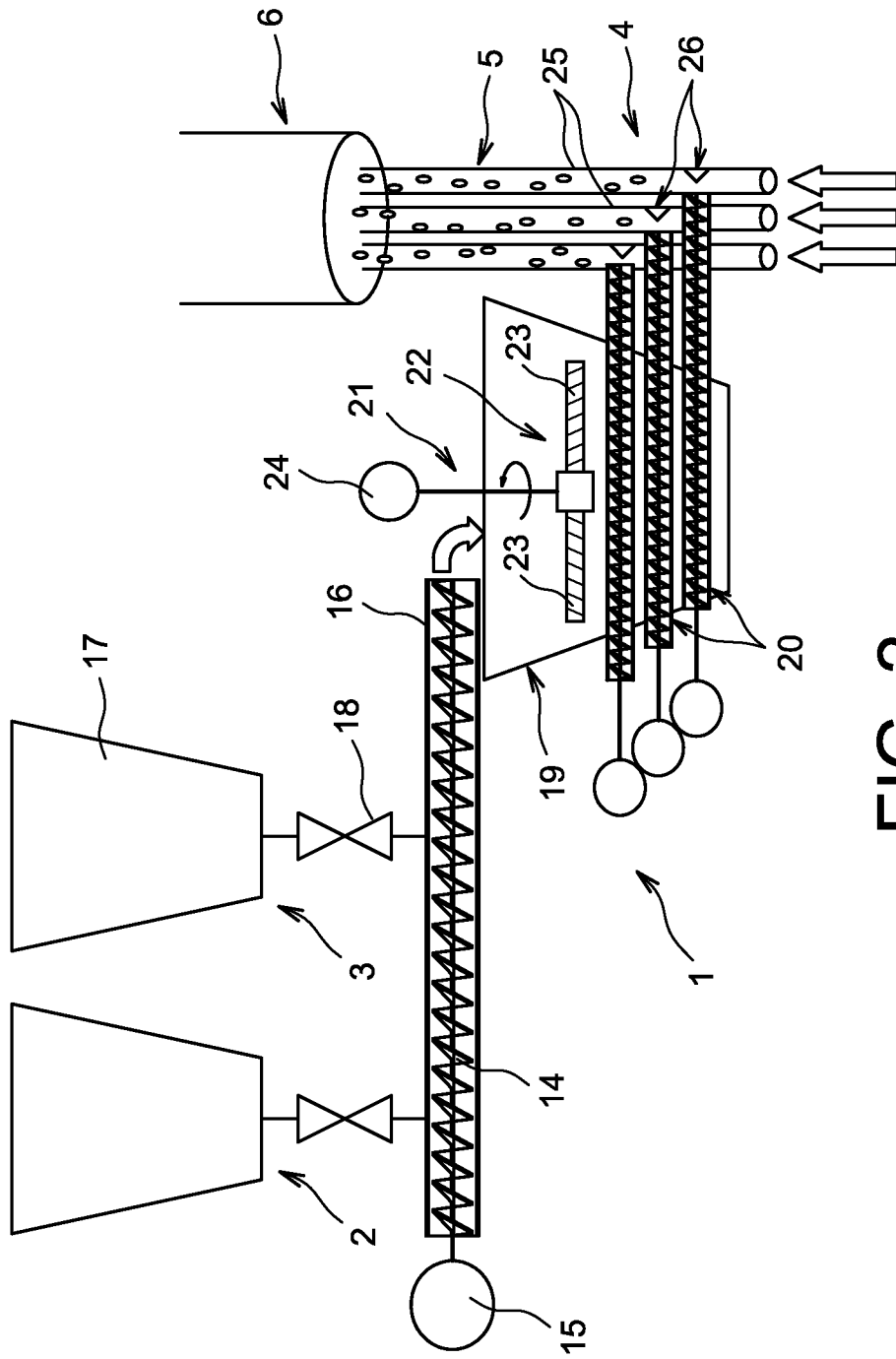


FIG. 2

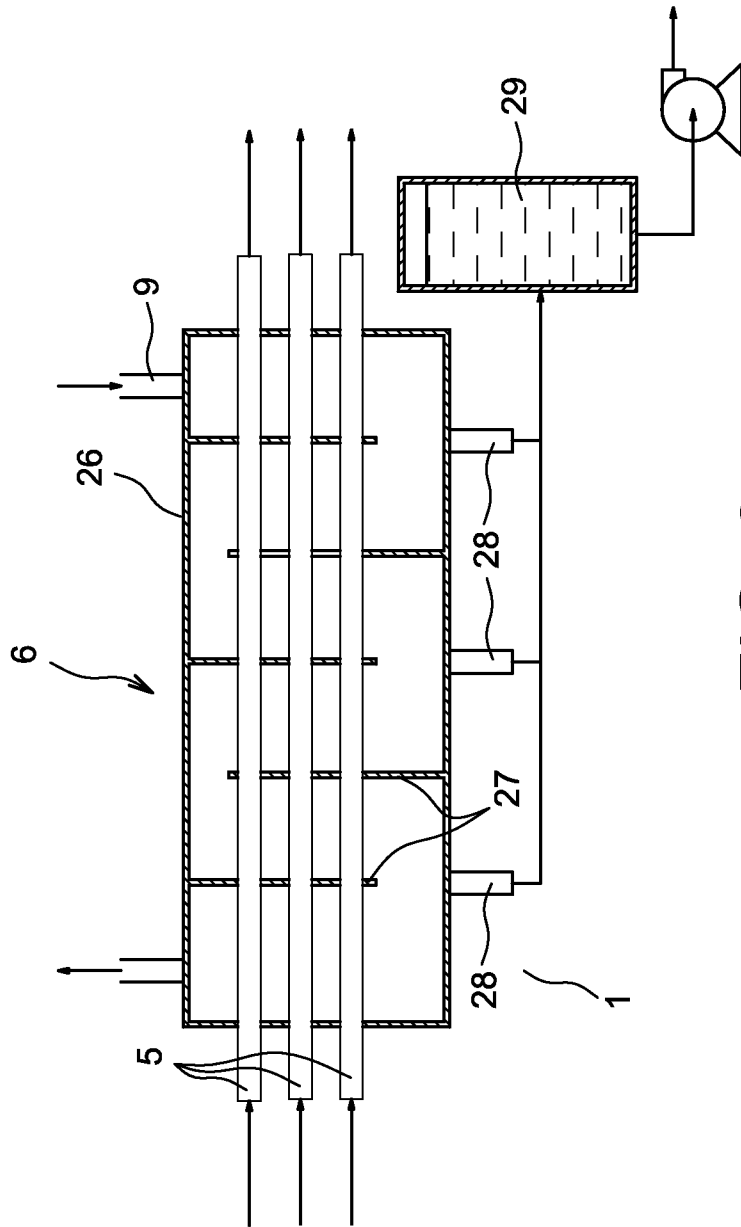


FIG. 3

4 / 5

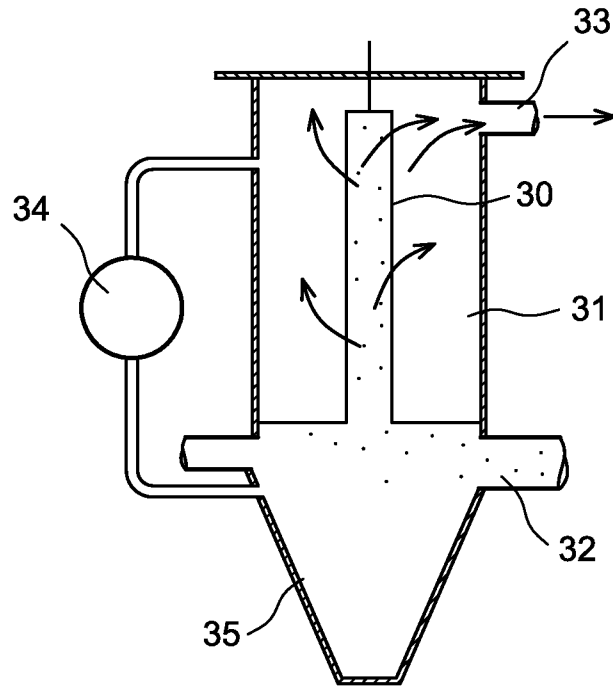


FIG. 4

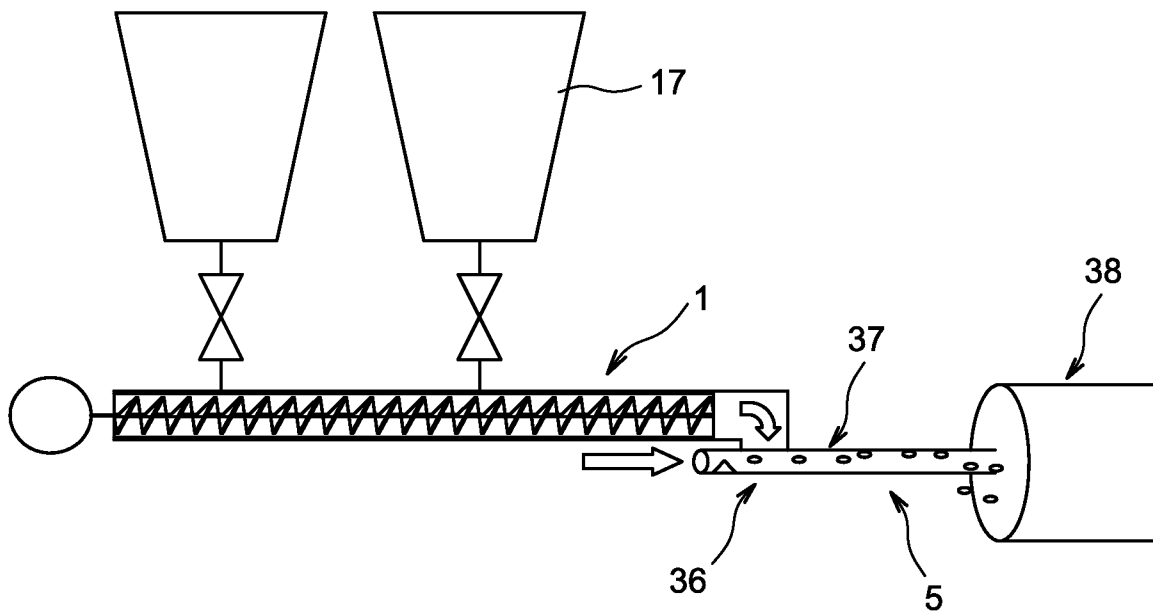


FIG. 5

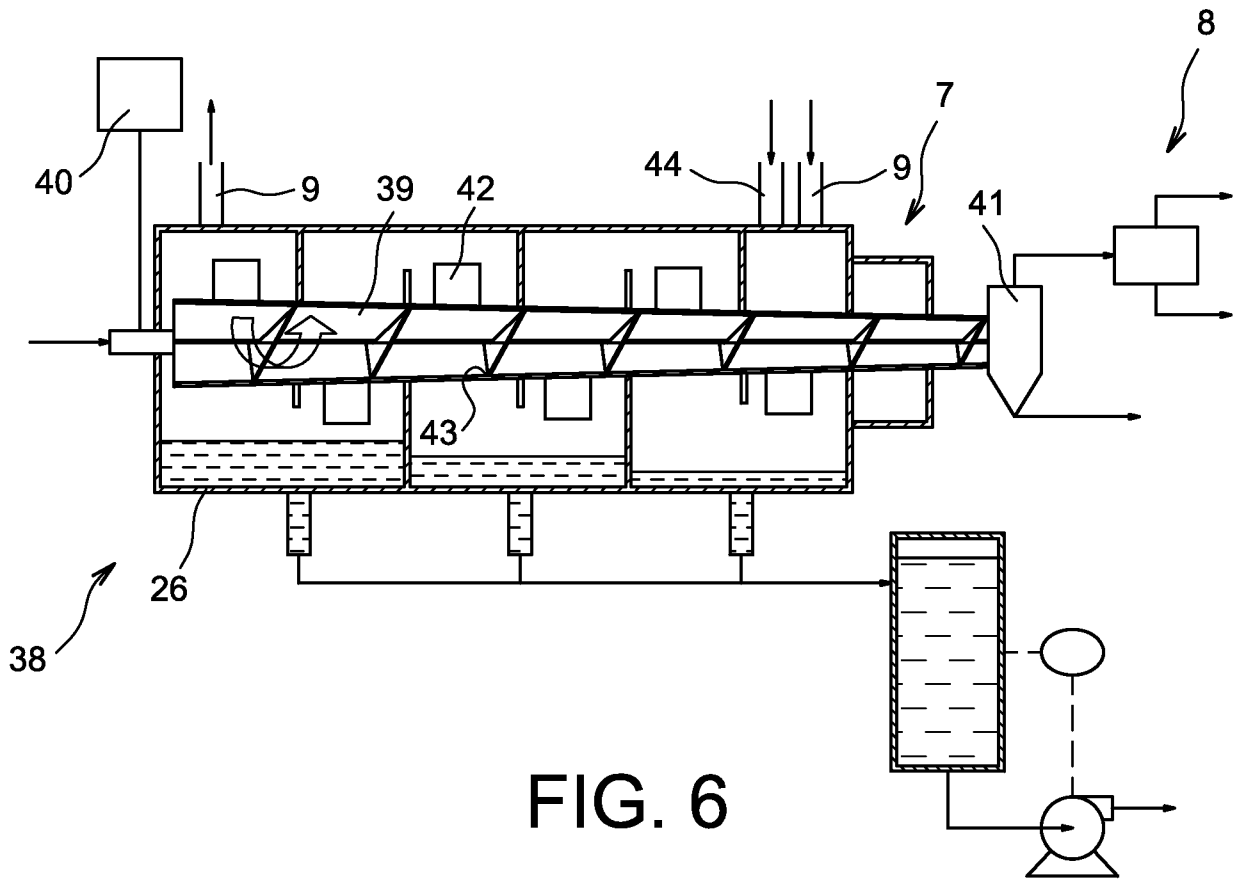


FIG. 6

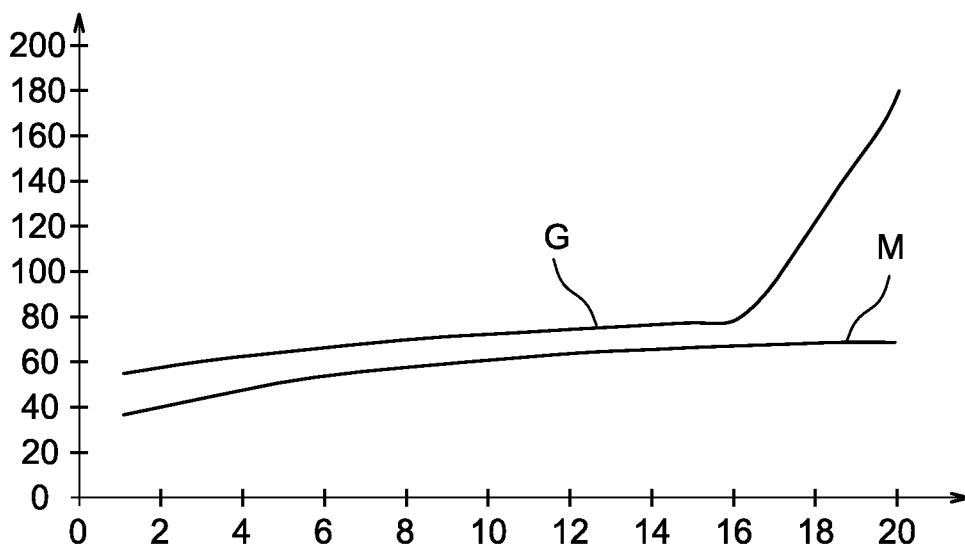


FIG. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/063565

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. F26B1/00 F26B3/20 F26B17/10 F26B23/00 C02F11/18
 C02F11/14
 ADD.
 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 F26B C02F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
 EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 215 670 A (GIROVICH MARK J [US]) 1 June 1993 (1993-06-01)	1-3
A	figures 1, 2 column 3, line 26 - column 4, line 66 -----	5-7
X	US 5 069 801 A (GIROVICH MARK J [US]) 3 December 1991 (1991-12-03)	1
Y	figure 1 column 4, line 18 - line 68 column 5, line 63 - column 6, line 60 column 7, line 5 - line 59 -----	2-7,11
Y	US 5 318 184 A (KREBS GEORG [DE]) 7 June 1994 (1994-06-07)	2-7,11
A	figure 1 column 3, line 1 - column 4, line 36 column 7, line 3 - line 57 -----	1
	-/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 7 October 2011	Date of mailing of the international search report 25/10/2011
---	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Etienne, Nicolas
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/063565

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 16 04 992 B (MIZUSAWA INDUSTRIAL CHEM) 9 April 1970 (1970-04-09) figure 1 column 2, line 49 - column 3, line 31 -----	5,7
A	WO 2006/095010 A1 (BELLINI VINCENZO [IT]) 14 September 2006 (2006-09-14) figures 1, 2 page 3, line 12 - page 6, line 21 -----	1,2,5-7, 11
A	GB 2 019 541 A (ENVIROTECH CORP) 31 October 1979 (1979-10-31) figure 1 page 1, line 100 - page 2, line 128 -----	1-5,7
A	WO 98/40681 A1 (OPDENKAMP ADVIESGROEP B V [NL]; PANJER WIEGERT STEFANUS [NL]; HOOIVELD) 17 September 1998 (1998-09-17) figures 1, 5 page 4, line 34 - page 6, line 13 page 7, line 28 - page 8, line 6 -----	1-5
A	US 4 153 411 A (ISHEIM MAYNARD C) 8 May 1979 (1979-05-08) cited in the application figure 1 column 2, line 4 - column 3, line 45 -----	1,5
A	WO 2009/040919 A1 (HITACHI LTD [JP]; NAKANO SUSUMU [JP]; SHIBATA TAKANORI [JP]; HATAMIYA) 2 April 2009 (2009-04-02) figure 1 abstract -----	1,5
A	FR 463 633 A (EMILE BOURSIER PITRA [FR]) 27 February 1914 (1914-02-27) figure 1 page 1, line 14 - line 53 -----	9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2011/063565

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5215670	A	01-06-1993	NONE
US 5069801	A	03-12-1991	NONE
US 5318184	A	07-06-1994	NONE
DE 1604992	B	09-04-1970	GB 1055533 A 18-01-1967 US 3290790 A 13-12-1966
WO 2006095010	A1	14-09-2006	EP 1855771 A1 21-11-2007
GB 2019541	A	31-10-1979	CA 1110498 A1 13-10-1981 IT 1115184 B 03-02-1986
WO 9840681	A1	17-09-1998	AU 6423998 A 29-09-1998 NL 1005482 C2 17-09-1998
US 4153411	A	08-05-1979	JP 54164356 A 27-12-1979 ZA 7901508 A 30-04-1980
WO 2009040919	A1	02-04-2009	NONE
FR 463633	A	27-02-1914	NONE

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2011/063565

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. F26B1/00 F26B3/20 F26B17/10 F26B23/00 C02F11/18 C02F11/14 ADD. Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) F26B C02F Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 5 215 670 A (GIROVICH MARK J [US]) 1 juin 1993 (1993-06-01)	1-3
A	figures 1, 2 colonne 3, ligne 26 - colonne 4, ligne 66 -----	5-7
X	US 5 069 801 A (GIROVICH MARK J [US]) 3 décembre 1991 (1991-12-03)	1
Y	figure 1 colonne 4, ligne 18 - ligne 68 colonne 5, ligne 63 - colonne 6, ligne 60 colonne 7, ligne 5 - ligne 59 -----	2-7,11
Y	US 5 318 184 A (KREBS GEORG [DE]) 7 juin 1994 (1994-06-07)	2-7,11
A	figure 1 colonne 3, ligne 1 - colonne 4, ligne 36 colonne 7, ligne 3 - ligne 57 -----	1
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents		<input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 7 octobre 2011		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 25/10/2011
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Etienne, Nicolas

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	DE 16 04 992 B (MIZUSAWA INDUSTRIAL CHEM) 9 avril 1970 (1970-04-09) figure 1 colonne 2, ligne 49 - colonne 3, ligne 31 -----	5,7
A	WO 2006/095010 A1 (BELLINI VINCENZO [IT]) 14 septembre 2006 (2006-09-14) figures 1, 2 page 3, ligne 12 - page 6, ligne 21 -----	1,2,5-7, 11
A	GB 2 019 541 A (ENVIROTECH CORP) 31 octobre 1979 (1979-10-31) figure 1 page 1, ligne 100 - page 2, ligne 128 -----	1-5,7
A	WO 98/40681 A1 (OPDENKAMP ADVIESGROEP B V [NL]; PANJER WIEGERT STEFANUS [NL]; HOOIVELD) 17 septembre 1998 (1998-09-17) figures 1, 5 page 4, ligne 34 - page 6, ligne 13 page 7, ligne 28 - page 8, ligne 6 -----	1-5
A	US 4 153 411 A (ISHEIM MAYNARD C) 8 mai 1979 (1979-05-08) cité dans la demande figure 1 colonne 2, ligne 4 - colonne 3, ligne 45 -----	1,5
A	WO 2009/040919 A1 (HITACHI LTD [JP]; NAKANO SUSUMU [JP]; SHIBATA TAKANORI [JP]; HATAMIYA) 2 avril 2009 (2009-04-02) figure 1 abrégé -----	1,5
A	FR 463 633 A (EMILE BOURSIER PITRA [FR]) 27 février 1914 (1914-02-27) figure 1 page 1, ligne 14 - ligne 53 -----	9

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2011/063565

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5215670	A	01-06-1993	AUCUN	
US 5069801	A	03-12-1991	AUCUN	
US 5318184	A	07-06-1994	AUCUN	
DE 1604992	B	09-04-1970	GB 1055533 A US 3290790 A	18-01-1967 13-12-1966
WO 2006095010	A1	14-09-2006	EP 1855771 A1	21-11-2007
GB 2019541	A	31-10-1979	CA 1110498 A1 IT 1115184 B	13-10-1981 03-02-1986
WO 9840681	A1	17-09-1998	AU 6423998 A NL 1005482 C2	29-09-1998 17-09-1998
US 4153411	A	08-05-1979	JP 54164356 A ZA 7901508 A	27-12-1979 30-04-1980
WO 2009040919	A1	02-04-2009	AUCUN	
FR 463633	A	27-02-1914	AUCUN	