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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
26 septembre 2013 (26.09.2013)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2013/139720 A1

(51) Classification internationale des brevets : *F26B 17/00* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale : PCT/EP2013/055510

(22) Date de dépôt international : 18 mars 2013 (18.03.2013)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
2012/0196 21 mars 2012 (21.03.2012) BE

(72) Inventeur; et
(71) Déposant : **CROSSET, Léon** [BE/BE]; ZI - Les Plenesses, 76, B-4890 Thimister (BE).

(74) Mandataires : **CONNOR, Marco** et al.; Pecher & de Groote sprl, Centre Monnet, Avenue Jean Monnet 1, B-1348 Louvain-la-neuve (BE).

(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, BN, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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).

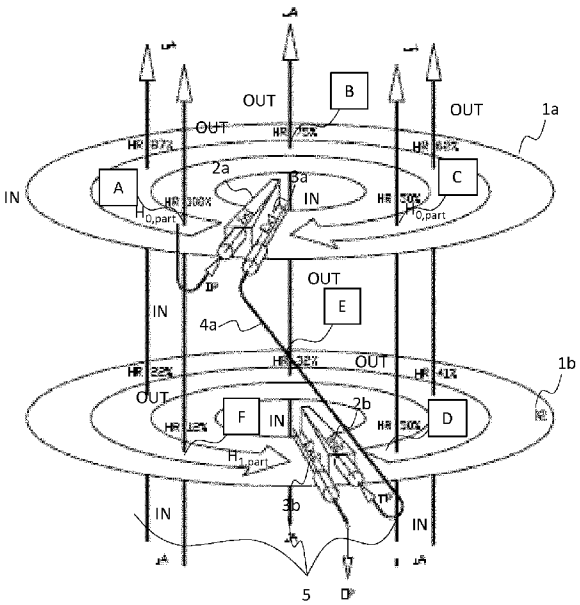
Publiée :

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

WO 2013/139720 A1

(54) Title : APPARATUS FOR THE CONTINUOUS DRYING OF PARTICLES

(54) Titre : APPAREIL DE SECHAGE EN CONTINU DE PARTICULES



(a)

FIGURE 3

(57) Abstract : The present invention relates to a dryer (1) for drying particles and comprising: - two circular plates (1a, 1b) mounted substantially horizontally to rotate in opposite direction to one another about one and the same vertical axis Z, the surface of said plates being perforated and permeable to air, to water vapour and to water, - a blowing means (5) for blowing hot gas in a stream substantially parallel to the axis Z, passing through the second plate (1b) before passing through the first plate (1a), - distribution means (2a) for distributing said particles that are to be dried over the first and second plates and recuperating means (3a, 3b) for recuperating the particles after each plate has rotated, - a transfer means (4a) for transferring the particles recovered by the recuperation means (2a) from the first plate (1a) to a second distribution means (2b) able to distribute said particles along a radius of the second plate (1b).

(57) Abrégé : La présente invention concerne un sécheur (1) pour sécher des particules comprenant, - deux plateaux (1a, 1b) circulaires montés sensiblement horizontalement en rotation à contre-sens l'un par rapport à l'autre autour d'un même axe vertical, Z, la surface desdits plateaux étant perforée et perméable à l'air, à la vapeur d'eau et à l'eau, - un moyen de soufflage

[Suite sur la page suivante]

de gaz chaud (5) suivant un flux sensiblement parallèle à l'axe Z, passant à travers le second plateau (1b) avant de passer à travers le premier plateau (1a), - des moyens de répartition (2a) desdites particules à sécher sur les premier et second plateaux et des moyens de récupération (3a, 3b) des particules après une rotation de chaque plateau, - Un moyen de transfert (4a) des particules récoltées du premier plateau (la) par le moyen de récupération (2a) vers un second moyen de répartition (2b) apte à répartir les-dites particules le long d'un rayon du second plateau (1b).

APPAREIL DE SECHAGE EN CONTINU DE PARTICULES

DOMAINE DE L'INVENTION

[0001] L'invention se rapporte à un sécheur industriel pour sécher des particules organiques, par exemple d'origine agro-alimentaire, telles des céréales, ou de déchets servant comme combustible.

ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE

[0002] De nombreux procédés industriels nécessitent le séchage de particules avant leur utilisation ultérieure, que ce soit avant l'emballage de produits granulaires agro-alimentaires ou de produits industriels, ou avant la combustion de déchets broyés utilisés comme combustibles. Il est possible bien entendu d'effectuer le séchage des particules par batch en déposant les particules sur des plateaux ou dans un tambour rotatif, préférablement perforés afin de laisser passer un gaz chaud au travers et de permettre à l'eau et la vapeur d'eau de s'évacuer. Dans certains cas un lit fluidisé est formé par les particules en suspension sous l'action du flux de gaz chaud. Cependant la plupart des applications industrielles demandent des débits qu'un procédé de séchage par batch ne peut atteindre. Pour cette raison, le même principe de déposer les particules à sécher sur un support perforé et de les exposer à un flux de gaz chaud a été appliqué à des appareils permettant le séchage en continu, avec une source continue des particules à sécher en amont du sécheur proprement dit et une décharge continue des particules séchées en aval de celui-ci.

[0003] En particulier, un sécheur à bande (belt dryer) est illustré schématiquement à la Figure 1(a) et comprend une bande perforée souple continue tendue entre deux rouleaux motorisés formant une boucle. De l'air ou autre gaz chaud est soufflé sous la toile supérieure sur laquelle on dépose en continu les particules à sécher. Un exemple de sécheur à bande est présenté dans : http://vishakanindustry.com/p_beltdryer.html (2012). La longueur d'un sécheur à bande dépend du type de particules à sécher et de leur charge en eau. Typiquement, si une surface de 120 m² est nécessaire à sécher les particules aux vitesses désirées, la bande devra avoir une surface au moins deux fois supérieure, de l'ordre de 250 m² car les particules ne sont séchées que sur la partie supérieure de la boucle reliant les deux rouleaux. Pour une largeur de 2.5 m, il faudrait donc une bande de 200 m de long reliant deux rouleaux distant d'environ 80 m. Une bande de telles dimensions est très chère, et difficile à monter / démonter sur l'appareil. Un sécheur à bande est donc généralement réservé pour le séchage d'un seul type de particules, car il serait anti-économique de changer de bande pour optimaliser le type de perforation à un nouveau type de particules. En cas d'endommagement de la bande, l'unité entière doit être arrêtée pour un long moment, le temps de changer ou réparer la bande. Pour soutenir une

bande sur une longueur pareille, de nombreux rouleaux de soutien montés sur des paliers sont nécessaires, ce qui augmente le coût et aussi les risques de défaillance d'un tel appareil. Un sécheur à bande est donc très onéreux et peu efficace en termes de dimensions, puisque les particules ne sont séchées que sur moins de la moitié de la longueur de la bande.

[0004] Il existe également des sécheurs à plateaux perforés tel que représenté schématiquement à la Figure 1(b), qui ressemblent à des sécheurs à bande, sauf que la bande est remplacée par des plateaux perforés couplés l'un à l'autre formant une sorte de chenille. La différence avec un sécheur à bande est que les plateaux sont articulés de manière à présenter la même face qu'ils soient sur la bande supérieure ou inférieure de la boucle. Ceci permet de réduire pratiquement de moitié la longueur du sécheur, puisque les particules sont soumises deux fois au un flux de gaz chaud : une première fois lors de leur passage sur la partie supérieure de la boucle et une seconde fois lors de leur passage en sens inverse sur la partie inférieure. Bien qu'avantageux à ce point de vue-là par rapport à un sécheur à bande, il est clair que la mécanique nécessaire aux mouvements des plateaux est délicate et donc onéreuse et fragile, surtout lorsqu'exposée à des particules fines venant gripper les roulements. De plus, les ouvertures créées entre deux plateaux adjacents et, surtout, les espaces s'ouvrant dans le mécanisme de transfert des plateaux lors de chaque transfert d'un plateau de la portion supérieure à la portion inférieure de la chenille créent autant de passages préférentiels de moindre résistance pour le flux de gaz chaud, qui entraînent une importante chute de l'efficacité de ce type de sécheurs.

[0005] EP197171 décrit un sécheur représenté schématiquement à la Figure 1(c) (sans le moyens de répartition et de récupération de la poudre pour simplifier la Figure) et comprenant plusieurs plateaux (1a, 1b) perforés, circulaires, superposés et montés à rotation sur un axe central creux. Chaque plateau est enfermé dans une chambre cylindrique individuelle munie d'un toit [18] et d'un plancher qui le séparent des autres plateaux. Des moyens de transfert (4a) de la poudre à sécher sont prévus entre chaque plateau adjacent (voir flèche grise (4a)). Chaque chambre est munie, d'une part, d'une première ouverture d'introduction d'air chaud, en communication fluidique avec la cavité de l'axe central creux, la dite première ouverture étant positionnée au-dessus du plateau se trouvant dans la chambre correspondante et, d'autre part, d'une seconde ouverture d'évacuation sur la paroi périphérique de la chambre en communication avec l'extérieur (ou un système d'évacuation de l'air chaud) la dite seconde ouverture se trouvant en-dessous du plateau correspondant. De l'air chaud est soufflé dans la cavité de l'axe creux suivant les flèches noires sur la Figure 1(c) et est distribué en parallèle dans chaque chambre par la première ouverture d'introduction d'air chaud. L'air chaud est obligé de passer à travers le plateaux perforé circulaire avant d'être évacué par la seconde ouverture se trouvant sur la paroi périphérique de chaque chambre. En réalité, un tel système est semblable en principe à un sécheur à bande (voir Figure 1(a)) dont le mouvement linéaire a été remplacé par un mouvement circulaire réparti sur plusieurs étages avec des moyens de transfert

de la poudre d'un plateau à l'autre. Certes, un tel système rotatif a un avantage considérable de gain de place au sol par rapport à un sécheur à bande linéaire, mais un tel système manque d'efficacité. En effet, si l'air chaud ayant traversé les premiers plateaux chargés de particules fort humides ressort relativement saturé en humidité, l'air chaud traversant les derniers plateaux chargés de particules déjà partiellement séchés sur les plateaux précédents, ne ressort que peu chargé d'humidité, ce qui représente un gaspillage d'énergie considérable.

[0006] Il demeure donc un besoin pour un sécheur industriel pour sécher des particules en continu qui soit efficace, facile d'entretien, occupant moins de surface au sol et moins cher. La présente invention propose un tel sécheur industriel.

RESUME DE L'INVENTION

[0007] La présente invention est définie dans les revendications indépendantes. Des variantes préférées sont définies dans les revendications dépendantes. En particulier, la présente invention concerne un sécheur pour sécher des particules comprenant,

(a) Un premier plateau circulaire monté sensiblement horizontalement en rotation dans un premier sens autour d'un axe vertical, Z, la surface dudit plateau étant perforée et perméable aux gaz tels l'air et la vapeur d'eau et à l'eau,

(b) Un second plateau circulaire monté sensiblement horizontalement à une certaine distance du premier plateau, en rotation autour dudit axe vertical, Z, dans le sens inverse de rotation du premier plateau, la surface dudit plateau étant perforée et perméable aux gaz tels l'air et la vapeur d'eau et à l'eau,

(c) Un moyen de soufflage de gaz chaud suivant un flux sensiblement parallèle à l'axe Z, passant d'abord à travers le second plateau avant de passer directement après à travers le premier plateau,

(d) Un premier moyen de répartition desdites particules à sécher apte à répartir lesdites particules avant séchage le long d'un rayon du premier plateau,

(e) Un moyen de récupération des particules déposées sur le premier plateau après une rotation d'un angle donné de celui-ci, le dit moyen de récupération étant situé en aval du, préférablement adjacent au premier moyen de répartition,

(f) Un moyen de transfert des particules récoltées du premier plateau par le moyen de récupération vers un second moyen de répartition apte à répartir lesdites particules le long d'un rayon du second plateau.

[0008] Dans une première variante de l'invention, le premier plateau est situé en dessous du second plateau et le gaz chaud est préférablement de l'air chaud circulant du haut vers le bas, alors que dans une deuxième variante, le premier plateau est situé au-dessus du second

plateau et le gaz chaud circule du bas vers le haut. La première variante a entre autre l'avantage que le gaz chaud plaque les particules contre la surface des plateaux ce qui peut être avantageux en termes de réduction des poussières générées dans le cas de particules fines. La seconde variante a l'avantage que le transfert des particules partiellement séchées du premier plateau supérieur vers le second plateau inférieur est facilité par la gravité, ce qui peut être particulièrement avantageux pour des particules de densité élévée.

[0009] Chaque plateau peut avantageusement comprendre une structure rigide auto-portante à haute perméabilité de type caillebotis, sur laquelle est posée une couche filtrante comprenant des ouvertures de taille et densité correspondant à la perméabilité désirée selon le type et taille des particules à sécher. Cette solution offre une grande flexibilité car ilest très facile de remplacer une tôle perforée, un tamis, une grille ou même une toile sur un caillebotis pour sécher successivement des particules de granulométries très différentes, ce qui est pratiquement infaisable avec un sécheur à bande ou à palettes.

[0010] Les premier et second moyens de répartition des particules à sécher sur les premier et second plateaux, respectivement, comprennent de manière préférée chacun au moins une vis d'Archimède s'étendant le long d'un rayon des premier et second plateaux, respectivement. La oules vis d'Archimède sont enfermées dans une enceinte munie d'une ou plusieurs ouvertures s'étendant le long dudit rayon des plateaux et permettant le saupoudrage des particules sur le plateau se trouvant directement en-dessous.

[0011] De même, le moyen de récupération du premier plateau comprend de manière préférée au moins une vis d'Archimède s'étendant le long d'un rayon dudit plateaux qui est enfermée dans une enceinte munie d'une ou plusieurs ouvertures s'étendant le long dudit rayon du premier plateau. Les ouvertures sont reliées à un racleur ou brosse apte à récolter et diriger les particules amenées par la rotation du plateau vers la vis d'Archimède. Il est avantageux que le second plateau aussi comprenne un moyen de récupération des particules déposées sur le second plateau et séchées après une rotation d'un angle donné de celui-ci, le dit moyen de récupération étant situé en aval du, préférablement adjacent au second moyen de répartition. Il est préféré que le moyen de récupération du second plateau soit semblable à celui du premier plateau discuté supra.

[0012] Un troisième plateau circulaire peut être monté sensiblement horizontalement à une certaine distance du, et séparé du premier plateau par, le second plateau, en rotation autour dudit axe vertical, Z, dans le sens inverse de rotation du second plateau, la surface dudit plateau étant perforée et perméable aux gaz tels l'air et la vapeur d'eau et à l'eau. Un moyen de transfert permet de transférer les particules récoltées du second plateau par le second moyen de récupération discuté plus haut vers un troisième moyen de répartition apte à répartir lesdites particules le long d'un rayon du troisième plateau. Cette configuration permet de réduire le rayon des disques et donc la surface au sol occupée par le sécheur, mais il est évidemment plus haut.

[0013] Afin de ramasser les particules fines ayant traversé le plateau inférieur et s'accumulant sur le plancher du sécheur, celui-ci comprend de manière préférée une ouverture d'évacuation de ces particules. De plus, un racleur est préférablement fixé de manière solidaire au plateau inférieur et apte à suivre le mouvement de rotation de celui-ci pour pousser les particules déposées sur le plancher vers ladite ouverture d'évacuation.

[0014] La zone de séchage proprement dite est préférablement comprise entre une paroi cylindrique extérieure de diamètre correspondant à celui des disques, et une paroi cylindrique intérieure, coaxiale à la paroi extérieure, et définissant une enceinte creuse centrée sur l'axe Z de rotation des plateaux. La paroi interne s'étend de manière continue au moins du plateau supérieur jusqu'au plateau inférieur. L'enceinte peut convenir de manière avantageuse à loger les ventilateurs nécessaire à créer le flux de gaz ou le moteur entraînant la rotation des plateaux et ainsi atténuer les nuisances sonores. Elle permet aussi à un opérateur d'accéder à différents éléments mécaniques par l'intérieur pour l'entretien et les réparations de la machine.

[0015] Un deuxième voire un troisième sécheurs tels que décrits supra peuvent être superposés sur le premier sécheur et ainsi multiplier la capacité de séchage pour une même occupation de surface au sol. Une source de particules à sécher, telle qu'un silo peut être reliée en amont au premier moyen de répartition des particules à sécher sur le premier plateau. Par exemple, les particules à sécher peuvent être des produits agro-alimentaires tels que des céréales, engrais ou des feuilles de thé, des déchets organiques broyés à sécher en vue de leur utilisation comme combustible, des produits particulaires cosmétiques ou pharmaceutiques, des pigments, des granulés de polymères, des poudres céramiques, etc. En aval, une unité de stockage et/ou emballage peut être intégrée.

[0016] Dans le cas de séchage de particules à utiliser comme combustible, le sécheur peut être relié en aval à une chaudière alimentée en particules séchées comme combustible. Cette chaudière peut être reliée à une turbine alimentée en vapeur à une température, T1, par la chaudière, qui active un générateur de courant électrique. La vapeur ou le liquide issus de la turbine peut-être envoyé à une température, $T2 < T1$, vers un échangeur de chaleur pour chauffer l'air du moyen de soufflage de gaz chaud du sécheur et/ou d'un autre sécheur.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

[0017] Pour une meilleure compréhension de la nature de la présente invention, il est fait référence aux Figures suivantes, dont la ;

Figure 1: illustre(a) un sécheur à bande, (b) un sécheur à palettes, de l'art antérieur et (c) un sécheur selon EP197171..

Figure 2 : illustre schématiquement deux variantes de la présente invention.

Figure 3 : illustre la variante de la Figure 2(a).

Figure 4 : illustre la variante de la Figure 2(b).

Figure 5 : illustre une réalisation de la présente invention.

Figure 6 : illustre graphiquement l'évolution de la teneur en eau (ligne continue) et de la température (ligne traitillée) des particules ainsi que du gaz entrant (AIR IN) et sortant (AIR OUT) d'un plateau en fonction de la position angulaire sur le premier et second plateaux.

Figure 7 : illustre un exemple d'installation comprenant un sécheur selon la présente invention pour le séchage de déchets en vue de leur utilisation comme combustible.

Figure 8 : illustre une installation selon la présente invention munie d'un plateau supplémentaire de refroidissement des particules séchées.

DESCRIPTION DETAILLEE DE MODES DE REALISATION PARTICULIERS

[0018] Contrairement au mouvement linéaire des sécheurs à bande ou à plateaux perforés actuellement disponibles sur le marché pour le séchage de particules et représentés schématiquement à la Figure 1, le sécheur de la présente invention est basé sur les mouvements rotatifs à sens contraires d'au moins un premier et un deuxième plateaux (1a, 1b) superposés. Cette approche permet la conception d'équipements de séchage de particules beaucoup plus compacts que les sécheurs à mouvement linéaire. En particulier et comme illustré sur les Figures 2 à 4 un sécheur selon la présente invention comprend un premier plateau (1a) circulaire monté sensiblement horizontalement en rotation dans un premier sens autour d'un axe vertical, Z, la surface dudit plateau étant perforée et perméable aux gaz tels l'air et la vapeur d'eau et à l'eau. Un moteur (7a) assure la rotation du premier plateau (1a). Un premier moyen de répartition (2a) desdites particules à sécher est monté au-dessus du premier plateau de sorte à pouvoir répartir lesdites particules avant séchage le long d'un rayon du premier plateau (1a). Un premier moyen de récupération (3a) des particules déposées sur le premier plateau (1a) après une rotation d'un angle donné de celui-ci est monté en aval du premier moyen de répartition (2a). Afin d'augmenter le temps de séchage des particules déposées sur le premier plateau (1a) le premier moyen de récupération (3a) est préférablement adjacent au premier moyen de répartition (2a), les deux moyens s'étendant préférablement le long de deux rayons du disque.

[0019] Un moyen de transfert (4a) des particules récoltées du premier plateau (1a) par le moyen de récupération (2a) permet de les transférer vers un second plateau par l'intermédiaire d'un second moyen de répartition (2b) apte à répartir lesdites particules le long d'un rayon du second plateau (1b) circulaire. Le second plateau (1b) circulaire est semblable au premier plateau (1a) et est monté sensiblement horizontalement à une certaine distance de ce dernier, en rotation autour dudit axe vertical, Z, mais dans le sens inverse de rotation du premier plateau.Comme celle du premier plateau (1b), la surface du second plateau (1b) ést perforée et perméable aux gaz tels l'air et la vapeur d'eau et à l'eau. La rotation du second plateau (1b) est

également motorisée par un moteur (7b) qui peut être le même ou différent du moteur (7a) permettant la rotation du premier plateau (1a).

[0020] Dans une variante préférée de l'invention, le second plateau (1b) comprend également un moyen de récupération (3b) des particules déposées sur le second plateau après une rotation d'un angle donné de celui-ci, le dit moyen de récupération étant situé en aval du, préférablement adjacent au second moyen de répartition (2b) et étant préférablement semblable au moyen de récupération du premier plateau.

[0021] Le séchage des particules déposées sur le premier plateau (1a) perforé, transférées après une rotation donnée dudit premier plateau vers le second plateau (1b) perforé et en rotation est assuré par un moyen de soufflage de gaz chaud (5) suivant un flux sensiblement parallèle à l'axe Z, passant à travers le second plateau (1b) avant de passer à travers le premier plateau (1a), définissant ainsi un système de séchage à contre-courant. Il est important que le flux de gaz chaud et sec passe d'abord par le second plateau, où les particules sont déjà partiellement séchées par leur séjour sur le premier plateau, qui est lui atteint par un flux de gaz chaud partiellement chargé en humidité après le passage par le second plateau. L'avantage d'un tel système de séchage à contre-courant est illustré schématiquement sur les Figures 3, 4 et 6. La Figure 6 reporte schématiquement la teneur en eau (ligne continue) et la température (ligne traitillée des particules (graphe du milieu « particules ») ainsi que du gaz (souvent de l'air) en amont (graphe du haut « air in ») et en aval (graphe du bas « air out ») de chaque plateau, pour des positions A à F sur les premier et deuxième plateaux (1a, 1b) telles qu'indiquées sur les Figures 3(a) et 4(a). L'ordonnée humidité relative indique la teneur en eau des particules lors de leur parcours à travers le sécheur ainsi que de l'air en amont (air in-) et en aval (air out) du premier et second plateaux, respectivement, à une position angulaire A à F donnée relative à leur teneur en eau initiale, calculée comme $(H - H_0) / (H_1 - H_0)$ où H est la teneur en eau des particules ainsi que de l'air en amont du premier et second plateaux à une position angulaire donnée, H_0 est leur teneur en eau avant tout contact entre le gaz et les particules et H_1 est leur teneur en eau à la fin du procédé de séchage, c'est-à-dire des particules ayant atteint le second moyen de récupération (3b) et de l'air en aval du premier plateau (1a).

[0022] Les particules (graphe du milieu « particules ») sont réparties sur le premier plateau (1a) avec leur teneur initiale maximale, $H_{0,part}$ visible sur la gauche du graphe, en position A du premier plateau (1a) de la Figure 6 (ligne continue). Sur la Figure 3(a) cela correspond à la gauche du répartiteur (2a) du premier plateau (1a) supérieur, alors que sur la Figure 4(a) cela correspond à la position à droite du répartiteur (2a) du premier plateau (1a) inférieur. Les particules sont d'abord emportées par la rotation du premier plateau (1a) en se déplaçant vers la droite du graphe de la Figure 6 passant par les positions B et C avant d'être récupérées par le moyen (3a) et transférées vers la position D du second plateau par le moyen de transfert (4a). Au cours de la rotation du premier plateau et des particules s'y trouvant, le taux d'humidité desdites particules diminue sous l'action du flux de gaz chaud (courbe continue du graphe « particules » de la Figure 6). Les particules arrivent en D sur le second plateau partiellement

séchées et entament une seconde rotation en sens inverse où le flux d'air chaud termine de les sécher jusqu'à ce qu'elles atteignent leur taux d'humidité finale, $H_{1,part}$, en position F visible à l'extrême droite du graphe de la Figure 6, après être passées par la position E du second plateau (1b).

[0023] Le gaz chaud, par exemple de l'air chaud ou tout autre gaz issu d'un procédé de combustion, suit un parcours inverse à celui des particules. Sur le graphe de la Figure 6, le gaz part de la moitié droite du graphe, avec une teneur en humidité intitiale, $H_{0,air}$, constante et basse en amont du second plateau (voir AIR IN, deuxième plateau (1b)). Lorsque l'air traverse le deuxième plateau (1b) il transfert une partie de son énergie calorique et cinétique aux particules du deuxième plateau (1b) qui se réchauffent (voir ligne traitillée du graphe « particulesS » sur le deuxième plateau (1b)) et se charge en, et entraîne avec lui une partie de l'humidité des particules (voir « air out » du deuxième plateau (1b)). L'air sortant du second plateau (1b) est l'air entrant dans le premier plateau (1a) (AIR OUT (1b) = AIR IN (1a)), mais comme le premier plateau tourne en sens inverse du deuxième plateau les courbes sont inversées. On voit que l'air arrivant à la position A où les particules sont les plus humides est plus sec que l'air arrivant en position C où les particules sont déjà partiellement séchées. Ainsi en traversant le premier plateau (1a) l'air le plus sec traverse en A les particules les plus humides et va ainsi en ressortir saturé en eau, et l'air partiellement humide traverse en C des particules partiellement séchées et va donc en ressortir également saturé en eau, optimisant ainsi le transfert d'énergie de l'air vers les particules et d'humidité des particules vers l'air. Cette optimisation est obtenue tout en assurant un équipement particulièrement compact, facile d'utilisation, de maintenance aisée et, surtout, permettant de facilement sécher des particules de granulométries très différentes

[0024] La demande EP197171 mentionnée en introduction décrit un sécheur illustré schématiquement à la Figure 1(c) et qui paraît à première vue semblable à celui de la présente invention. En réalité il diffère du sécheur de la présente invention notamment en ce que le gaz chaud ne passe au travers que d'un seul plateau avant d'être évacué. En effet, des toits [18] séparant un second plateau (1b) d'un premier plateau (1a) empêchent l'air chaud de passer dudit second plateau (1b) au premier plateau (1a).. Comme l'air chaud monte dans la cavité de l'axe central de rotation où il est distribué vers des premier, second et autres plateaux, qu'il traverse individuellement avant d'être évacué, on peut parler d'un système de distribution d'air chaud en parallèle (voir Figure 1(c)). Par contraste, le système de distribution d'air chaud dans un sécheur selon la présente invention est en série, ce qui permet d'obtenir une optimisation du séchage telle que discutée plus haut, qui est considérablement supérieure à celle d'un système en parallèle comme celui d'un sécheur selon EP197171.

[0025] La séquence de superposition des premier et second plateau (1a, 1b) dépend des applications et des préférences. Par exemple, comme représenté aux Figures 2(a) et 3, le premier plateau (1a) peut être situé en dessus du second plateau (1b) et le gaz chaud (par exemple de l'air chaud) circule du bas vers le haut. Un avantage de cette variante est que le transfert des particules partiellement séchées du premier plateau (1a) supérieur vers le second

plateau (1b) inférieur par les moyens de transfert (4a) se fait du haut vers le bas, assisté par la gravité. Par contre, comme le flux de gaz chaud circule du bas vers le haut à travers les second et premier plateaux, respectivement, les particules peuvent s'envoler et créer de la poussière. Une légère fluidisation du lit de particules peut être avantageuse pour le séchage de celles-ci, mais il faut éviter la formation d'un nuage de poussières fines en suspension dans l'air. Cette configuration convient donc mieux au séchage de particules lourdes qui ne forment pas facilement un nuage de poussière.

[0026] Pour les particules plus légères ou plus fines, le premier plateau (1a) peut être au contraire situé en dessous du second plateau (1b) et le gaz chaud circule du haut vers le bas, comme représenté aux Figures 2(b) et 4. Dans cette configuration, les particules sont plaquées contre le plateau sur lequel elles se trouvent ce qui diminue considérablement la mise en suspension de poussières. Un flux de gaz chaud du haut vers le bas risque de former des amas compacts de particules agglomérées entre elles et difficiles à sécher. Ces amas compacts sont cependant disloqués lors de la récupération des particules du premier plateau et de leur transfert vers le second plateau, ce qui permet d'encore augmenter l'efficacité du séchage en re-séparant et re-mélangeant les particules ainsi agglomérées. Cette configuration a également l'avantage pour les particules fines formant facilement un nuage de poussières avec tous les dangers d'explosion que cela peut engendrer, car l'air chaud passe d'abord à travers le second plateau (1b) supérieur avant de passer à travers le premier plateau (1a) inférieur. Comme le second plateau supérieur est chargé de particules déjà partiellement séchées, de la fine poussière sèche et volatile peut passer à travers les orifices du second plateau perforé et générer un nuage en-dessous de celui-ci. Cependant, l'air chaud pousse ce nuage vers le premier plateau (1a) se trouvant directement en-dessous, qui est celui-ci chargé de particules humides. On observe un gradient d'humidité des particules dans l'épaisseur de la couche avec les particules se trouvant en-dessous, proches de la surface du premier plateau, étant fortement chargées en humidité. Celles-ci forment donc une sorte de pâte agissant un peu comme un filtre qui empêche le nuage de particules fines de traverser le premier plateau (1a) et de se perdre dans la partie inférieure du sécheur.

[0027] Le sécheur selon la présente invention est particulièrement avantageux car il peut être utilisé pour sécher des particules de granulométries très différentes allant de particules fines telles que des sciures, des grains fin, des poudres céramique, polymères ou métalliques, à des particules plus grossières, telles des déchets de bois, copeaux, pellets, des déchets agricoles, des écorces de maïs, du malt, etc. en changeant rapidement et facilement le diamètre des orifices des plateaux de la manière suivante. Les premiers et second plateaux (1a, 1b) peuvent ainsi comprendre une structure rigide autoportante à haute perméabilité de type caillebotis, sur laquelle est posée une couche filtrante comprenant des ouvertures de taille et densité correspondant à la perméabilité désirée selon le type et la granulométrie des particules à sécher. La couche filtrante peut être une tôle perforée, un tamis, une grille ou une toile. Pour faciliter la mise en place d'une telle couche filtrante, elle peut être découpée en secteurs angulaires, qu'on peut poser et fixer côte à côte directement sur le caillebotis ou autre structure

autoportante à haute perméabilité. Ceci serait impossible dans la pratique avec des sécheurs à bande ou à plateaux perforés qui sont dédiés à sécher des particules d'un type unique de granulométrie.

[0028] Les premier et second moyens de répartition (2a, 2b) des particules à sécher sur les premier et second plateaux (1a, 1b), respectivement, ont pour but de répartir les particules à sécher de manière homogène le long d'un rayon des plateaux correspondants. De manière générale, les moyens de répartition (2a, 2b) comprennent donc:

- une structure s'étendant de la périphérie extérieure à la périphérie intérieure d'un plateau, suivant de préférence un rayon de celui-ci,
- des moyens de transport des particules de la périphérie extérieure à la périphérie intérieure des plateaux, et enfin
- des moyens de déposition desdites particules depuis les moyens de transport vers les plateaux.

[0029] Plusieurs solutions sont possibles. Par exemple, le transport des particules de la périphérie extérieure vers la périphérie intérieure des plateaux peut être assure par une bande transporteuse, soit perforée, soit inclinée transversalement de sorte à permettre aux particules de saupoudrer le plateau situé en-dessous. Pour assister au saupoudrage, la bande peut-être vibrée. Dans une variante alternative et préférée, les moyens de répartition (2a, 2b) comprennent au moins une vis d'Archimède s'étendant le long d'un rayon des premier et second plateaux (1a, 1b), respectivement, afin de transporter les particules de la périphérie extérieure vers la périphérie intérieure du plateau correspondant. Ladite au moins une vis d'Archimède est enfermée dans une enceinte munie d'une ou plusieurs ouvertures s'étendant vers le bas et le long dudit rayon des plateaux (1a, 1b) afin de permettre le saupoudrage des particules sur lesdits plateaux.

[0030] Le moyen de récupération (3a) du premier plateau (1a) et, s'il y en a un, le moyen de récupération (3b) du second plateau (1b), comprennent de préférence au moins une vis d'Archimède s'étendant le long d'un rayon dudit plateaux qui est enfermée dans une enceinte munie d'une ou plusieurs ouvertures s'étendant le long dudit rayon du plateau correspondant. Les ouvertures sont reliées à un racleur ou brosse apte à récolter et diriger les particules amenées par la rotation du plateau vers la vis d'Archimède. Le type de moyen de transfert (4a) des particules du premier plateau (1a) vers le second plateau (1b) dépend de la configuration du sécheur. Si le premier plateau (1a) est le plateau supérieur, le moyen de transfert peut être un simple tube reliant le moyen de récupération (3a) du premier plateau au moyen de répartition (2b) du second plateau, dans lequel les particules tombent par gravité. Si au contraire, le premier plateau est le plateau inférieur, il est préférable que le moyen de transfert (4a) comprenne une vis d'Archimède permettant de monter les particules du premier plateau inférieur vers le second plateau supérieur.

[0031] Les Figures illustrent des sécheurs comprenant deux plateaux. Cependant, pour réduire l'espace au sol occupé par l'équipement, il est tout à fait possible de monter :

- au moins un troisième plateau circulaire monté sensiblement horizontalement à une certaine distance du, et séparé du premier plateau (1a) par, le second plateau (1b), en rotation autour dudit axe vertical, Z, dans le sens inverse de rotation du second plateau, la surface dudit plateau étant perforée et perméable aux gaz tels l'air et la vapeur d'eau et à l'eau, et

- Un moyen de transfert des particules récoltées du second plateau (1b) par le moyen de récupération (3b) vers un troisième moyen de répartition apte à répartir lesdites particules le long d'un rayon du troisième plateau.

[0032] Il est clair qu'on peut monter autant de plateaux parallèle en rotation autour de l'axe Z que désiré et selon les besoins d'une application particulière. Cependant, un sécheur comprenant deux plateaux (1a, 1b) convient à la majorité des applications. L'utilisation de plusieurs plateaux superposés permet de réduire le diamètre extérieur des disques.

[0033] En vue de la distribution de la granulométrie des particules d'un même type, il est difficile d'éviter que la fraction la plus fine des particules ne passe à travers les perforations des plateaux et ne tombe sur le ou les plateaux inférieurs, puis sur le plancher de l'enceinte enfermant les plateaux. Afin d'éviter une trop grande accumulation de particules sur le plancher et aussi pour les récupérer, il est avantageux de munir le plancher d'une ouverture d'évacuation des particules les plus fines qui se seraient déposées sur le plancher. De plus, un racleur ou brosse fixé de manière solidaire au plateau inférieur et apte à suivre le mouvement de rotation de celui-ci sert à pousser les particules déposées sur le plancher vers ladite ouverture d'évacuation. Comme le racleur ou brosse est fixé au plateau inférieur, il n'est pas nécessaire de le motoriser individuellement.

[0034] Comme illustré à la Figure 5, les plateaux (1a, 1b) sont préférablement enfermés dans une enceinte extérieure (10) de diamètre correspondant au diamètre des plateaux avec assez de marge pour éviter des frottements, mais aussi peu que possible pour permettre d'étanchéifier l'interface entre les plateaux et la paroi extérieure (10). L'étanchéité peut être assurée par exemple par une jupe flexible fixée à la paroi extérieure et reposant sur un rebord surélevé de la circonférence des disques. De cette manière, le lit de particules reposant sur un disque en rotation n'est pas en contact avec la jupe statique, assurant ainsi une bonne étanchéité et une intégrité du lit de particules sur le plateau. Ceci n'est pas possible à réaliser sur un sécheur à bande, dans lequel la jupe d'étanchéité est placée entre la bande roulante et les particules se trouvant sur les bords de la bande. Il y a donc une frange de particules en contact avec la jupe statique à chaque bord de la bande qui ne se déplace pas à la même vitesse que les particules se trouvant au milieu de la bande.

[0035] La partie centrale des plateaux est préférablement creuse et entourée d'une enceinte cylindrique intérieure (6) centrée sur l'axe de rotation Z, telle que représentée sur les Figures 2&5. Une telle enceinte s'élevant sur pratiquement toute la hauteur du sécheur, en tout cas entre les plateaux supérieur et inférieur, comprend de nombreux avantages, qui compensent amplement la perte en surface disponible pour le séchage. En effet, si le diamètre extérieur des disques est D1 et le diamètre de l'enceinte intérieur (6) cylindrique est n x D1, où n < 1, la perte en surface disponible sur chaque plateau pour le séchage entre un disque plein et un disque comprenant une enceinte intérieure n'est que de n^2. Par exemple, si l'enceinte intérieure a le tiers du diamètre de l'enceinte extérieure, la perte en surface disponible pour le séchage n'est que de $1 / 9 \simeq 11\%$. Une enceinte intérieure (6) permet tout d'abord un accès aisé par un opérateur à tous les éléments mécaniques de la machine, tels que des paliers, motoréducteurs, vérins, etc. Elle facilite aussi le remplacement des couches poreuses flexibles à déposer et fixer sur les caillebotis donnant aux plateaux leur intégrité mécanique. L'enceinte intérieure (6) peut également servir à loger les moteurs (7, 7a) entraînant la rotation des plateaux, ainsi que les ventilateurs servant à générer le flux de gaz chaud, avec l'avantage d'une réduction substantielle des nuisances sonores générées par le sécheur. Dans le cas d'un flux de gaz du haut vers le bas tel que représenté aux Figures 2(b)&4, des fenêtres (6a) au bas de l'enceinte intérieure (6), situées en dessous du plateau inférieur permettent de récupérer le gaz chaud et l'évacuer par le haut à l'intérieur de l'enceinte. Par ailleurs, elle permet de fixer les moyens de répartition (2a, 2b) et de récupération (3a, 3b) à leur deux extrémités afin d'éviter de devoir les fixer en porte-à-faux sur l'enceinte extérieure uniquement. De plus cela dégage de la place aux extrémités intérieures desdits moyens situés côte-à-côte pour accommoder leur largeur. Enfin, une telle structure permet de rigidifier la surface comprise entre les enceintes intérieures (6) et extérieures (10), permettant de garder une bonne planéité des plateaux. Ceci est important pour le nettoyage et récupération des particules par un racleur ou une brosse, qui ne sont efficaces que si la surface des plateaux est parfaitement plane.

[0036] Un sécheur selon la présente invention peut être intégré dans une installation de traitement de particules. Par exemple, le premier moyen de répartition (2a) de particules à sécher d'un sécheur selon l'invention peut être relié en amont à une source (11) desdites particules à sécher, comme un silo. Un silo peut ainsi stocker des particules comprenant des déchets de bois de scieries, des déchets de bois de matériaux de construction, des déchets papier ou cartons, des produits agroalimentaires telles des céréales. Ces particules peuvent être sous forme de poudre, de granulés, de copeaux, de pellets, de tourteaux, ou de morceaux généralement ne dépassant pas 10 cm de longueur. Le sécheur peut être relié en aval à une unité de stockage de particules sèches telle qu'un silo ou une ligne d'emballage. Dans le cas d'une installation de séchage de déchets en vue de leur utilisation comme combustible telle que représentée à la Figure 7, le sécheur peut être relié en aval à une chaudière (12) afin de l'alimenter en particules de matière organique séchées par le sécheur comme combustible.

Ladite chaudière (12) peut elle-même être reliée en aval à un générateur (14) de courant électrique par l'intermédiaire d'une turbine (13) alimentée en vapeur à une température, T1, par la chaudière. La vapeur ayant perdu une partie de son énergie dans la turbine n'a plus qu'une température T2 < T1 et peut être envoyée vers un échangeur de chaleur (5A, 5B) pour chauffer l'air du moyen de soufflage d'air chaud (5) du sécheur (1) et/ou pour chauffer toute autre installation, y compris un autre sécheur (15). Si plus d'un sécheur sont compris dans une même installation, il est possible pour gagner de la place au sol de superposer deux, voire plus de sécheurs selon l'invention l'un sur l'autre.

[0037] La Figure 8 montre une variante de la présente invention, dans laquelle un sécheur (1) tel que représenté à la Figure 3(a) est lié en série à un troisième plateau (1c) tournant situé en aval du second plateau (1b) et enfermé dans une chambre de refroidissement (100). A la fin de l'opération de séchage, les particules évacuées du second plateau (1b) se trouvent à une température élevée (voir température des particules au point G de la Figure 6). Pour certains types de poudres, notamment alimentaires, il n'est pas possible de les emballer à haute température, par exemple afin d'éviter la formation trop importante de condensation. Pour éviter de devoir stocker des poudres en attendant qu'elles refroidissent et pouvoir les emballer directement après séchage, les poudres séchées peuvent être acheminées dans une chambre de refroidissement (100) où de l'air froid à une température T0 de l'ordre de 0 à 20°C est soufflée à travers le troisième plateau (1c). L'air sensiblement réchauffé à une température T1 > T0, de l'ordre de 40-55°C est alors récupéré et introduit dans un système (101) de chauffage d'air permettant le chauffage de l'air à une température T2 > T1 > T0, de l'ordre de 100-110°C qui est soufflé dans le sécheur comme expliqué en détails plus haut. L'air récupéré après séchage peut aussi être renvoyé vers le système (101) de chauffage, mais comme il est saturé d'humidité, il faut bien déterminer selon les cas si cela est avantageux ou pas. Il faut noter que la même installation qu'illustrée dans la Figure 8 peut être obtenue avec un sécheur (1) tel que représenté à la Figure 4(a) simplement en agençant la chambre de refroidissement (100) au-dessus du sécheur (1) de la Figure 4(a).

REVENDICATIONS

1. Sécheur (1) pour sécher des particules comprenant,

(a) Un premier plateau (1a) circulaire monté sensiblement horizontalement en rotation dans un premier sens autour d'un axe vertical, Z, la surface dudit plateau étant perforée et perméable aux gaz tels l'air et la vapeur d'eau et à l'eau,

(b) Un second plateau (1b) circulaire monté sensiblement horizontalement à une certaine distance du premier plateau, en rotation autour dudit axe vertical, Z, dans le sens inverse de rotation du premier plateau, la surface dudit plateau étant perforée et perméable aux gaz tels l'air et la vapeur d'eau et à l'eau,

(c) Un moyen de soufflage de gaz chaud (5) suivant un flux sensiblement parallèle à l'axe Z, passant d'abord à travers le second plateau (1b) avant de passer directement après à travers le premier plateau (1a),

(d) Un premier moyen de répartition (2a) desdites particules à sécher apte à répartir lesdites particules avant séchage le long d'un rayon du premier plateau (1a),

(e) Un moyen de récupération (3a) des particules déposées sur le premier plateau (1a) après une rotation d'un angle donné de celui-ci, le dit moyen de récupération étant situé en aval du, préférablement adjacent au premier moyen de répartition (2a),

(f) Un moyen de transfert (4a) des particules récoltées du premier plateau (1a) par le moyen de récupération (3a) vers un second moyen de répartition (2b) apte à répartir lesdites particules le long d'un rayon du second plateau (1b).

2. Sécheur (1) selon la revendication 1, dans lequel le premier plateau (1a) est situé en dessous du second plateau (1b) et où le gaz chaud est préférablement de l'air chaud circulant du haut vers le bas.

3. Sécheur (1) selon la revendication 1, dans lequel le premier plateau (1a) est situé au-dessus du second plateau (1b) et où le gaz chaud est préférablement de l'air chaud circulant du bas vers le haut.

4. Sécheur (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les premiers et second plateaux (1a, 1b) comprennent une structure rigide autoportante à haute perméabilité de type caillebotis, sur laquelle est posée une couche filtrante comprenant des ouvertures de taille et densité correspondant à la perméabilité désirée selon le type et taille des particules à sécher.

5. Sécheur (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les premier et second moyens de répartition (2a, 2b) des particules à sécher sur les premier et second plateaux (1a, 1b), respectivement, comprennent chacun au moins une vis d'Archimède s'étendant le long d'un rayon des premier et second plateaux (1a, 1b), respectivement, ladite

au moins une vis d'Archimède étant enfermée dans une enceinte munie d'une ou plusieurs ouvertures s'étendant le long dudit rayon des plateaux (1a, 1b).

6. Sécheur (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le moyen de récupération (3a) du premier plateau (1a) comprend au moins une vis d'Archimède s'étendant le long d'un rayon dudit plateau qui est enfermée dans une enceinte munie d'une ou plusieurs ouvertures s'étendant le long dudit rayon du premier plateau (1a), lesdites ouvertures étant reliées à un racleur ou brosse apte à récolter et diriger les particules amenées par la rotation du plateau vers la vis d'Archimède.

7. Sécheur (1) selon la revendication précédente, dans lequel le second plateau (1b) comprend un moyen de récupération (3b) des particules déposées sur le second plateau après une rotation d'un angle donné de celui-ci, le dit moyen de récupération étant situé en aval du, préférablement adjacent au second moyen de répartition (2b) et étant préférablement semblable au moyen de récupération (3a) du premier plateau.

8. Sécheur selon la revendication précédente, comprenant :

(g) au moins un troisième plateau circulaire monté sensiblement horizontalement à une certaine distance du, et séparé du premier plateau (1a) par, le second plateau (1b), en rotation autour dudit axe vertical, Z, dans le sens inverse de rotation du second plateau, la surface dudit plateau étant perforée et perméable aux gaz tels l'air et la vapeur d'eau et à l'eau, et

(h) Un moyen de transfert des particules récoltées du second plateau (1b) par le moyen de récupération (2b) vers un troisième moyen de répartition apte à répartir lesdites particules le long d'un rayon du troisième plateau.

9. Sécheur (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant un plancher statique situé en dessous du plateau inférieur situé le plus bas dudit axe vertical, Z, ledit plancher comprenant une ouverture d'évacuation des particules les plus fines qui se seraient déposées sur le plancher, ledit sécheur comprenant de plus un racleur fixé de manière solidaire au plateau inférieur et apte à suivre le mouvement de rotation de celui-ci pour pousser les particules déposées sur le plancher vers ladite ouverture d'évacuation.

10. Sécheur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'axe vertical, Z, est centré dans une enceinte (6) essentiellement cylindrique creuse dont la paroi s'étend au moins du premier plateau (1a) au dernier plateau (1b, 1c), ladite enceinte permettant l'accès à une personne

11. Sécheur (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le premier moyen de répartition (2a) desdites particules à sécher sur le premier plateau (1a) est relié en amont à une source (11) desdites particules à sécher, de préférence un silo (11), lesdites particules comprenant de manière préférée des déchets de bois de scieries, des déchets de bois de matériaux de construction, des déchets papier ou cartons, des produits agroalimentaires telles des céréales, et sont sous forme de poudre, de granulés, de copeaux, de pellets, de tourteaux, ou de morceaux généralement ne dépassant pas 10 cm de longueur.

12. Sécheur selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant au moins un deuxième sécheur semblable superposé au-dessus de celui-ci.

13. Sécheur (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, qui est relié en aval à une chaudière (12) afin de l'alimenter en particules de matière organique séchées par le sécheur comme combustible, ou à une unité de stockage de particules sèches, telle un silo.

14. Sécheur (1) selon la revendication précédente, dans lequel la chaudière (12) est reliée en aval à un générateur (14) de courant électrique par l'intermédiaire d'une turbine (13) alimentée en vapeur à une température, T1, par la chaudière.

15. Sécheur (1) selon la revendication précédente, dans lequel la vapeur ou le liquide issus de la turbine (13) est envoyé à une température, $T2 < T1$, vers un échangeur de chaleur (5A, 5B) pour chauffer l'air du moyen de soufflage d'air chaud (5) du sécheur (1) et/ou d'un autre sécheur (15).

16. Sécheur selon une quelconque des revendications précédentes, comprenant une chambre de refroidissement (100) située en aval du second plateau (1b), ladite chambre de refroidissement comprenant un troisième plateau perforé (1c) tournant autour du même axe que les premier et deuxième plateaux (1a, 1b) et muni d'une source de gaz de refroidissement, tel que de l'air à une température de préférence comprise entre 0 et 20°C, permettant de soufflé ledit gaz de refroidissement à travers le troisième plateau (1c) afin de refroidir les particules séchées.

17. Procédé de séchage de particules utilisant un sécheur selon l'une quelconque des revendications précédentes, ledit procédé comprenant les étapes suivantes,

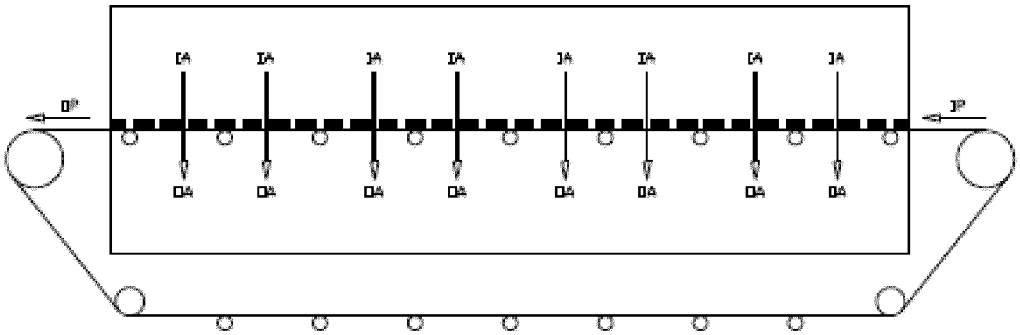
(a) Répartir les particules à sécher sur le premier plateau (1a) circulaire monté sensiblement horizontalement et tournant dans un premier sens autour d'un axe vertical, Z, la surface dudit plateau étant perforée et perméable aux gaz tels l'air et la vapeur d'eau et à l'eau,

(b) Après rotation du plateau d'un certain angle, récupérer les particules dudit premie plateau et les transférer vers et répartir sur,

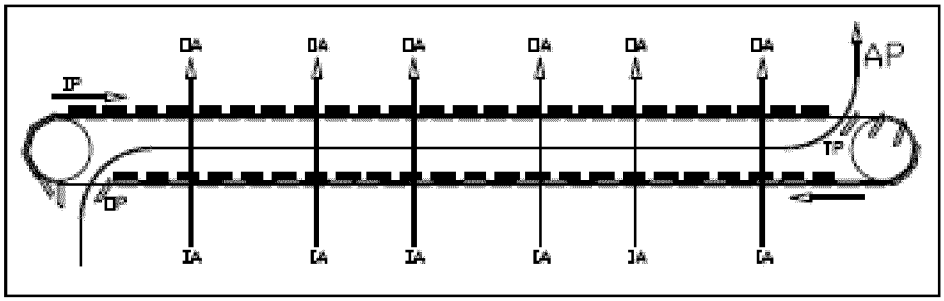
(c) Un second plateau (1b) circulaire monté sensiblement horizontalement à une certaine distance du premier plateau, et tournant autour dudit axe vertical, Z, dans le sens inverse de rotation du premier plateau, la surface dudit plateau étant perforée et perméable aux gaz tels l'air et la vapeur d'eau et à l'eau,

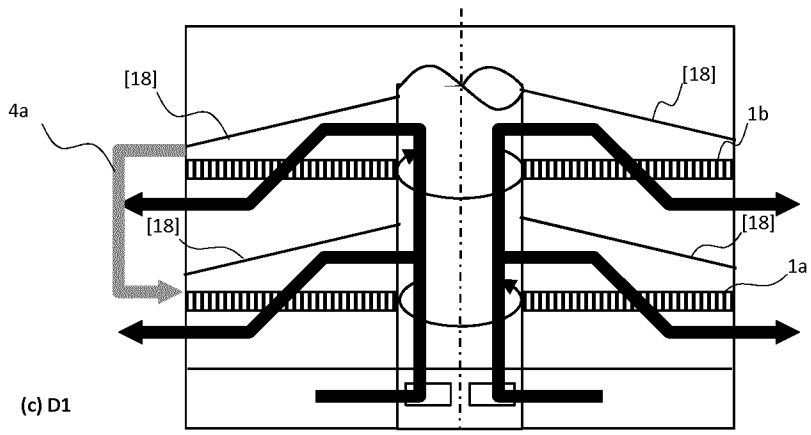
(d) Souffler un gaz chaud (5) suivant un flux sensiblement parallèle à l'axe Z, passant d'abord à travers les particules réparties sur, et à travers le second plateau (1b) supportant avant de passer directement après à travers les particules réparties sur, et à travers le premier plateau (1a),

(a)



(b)

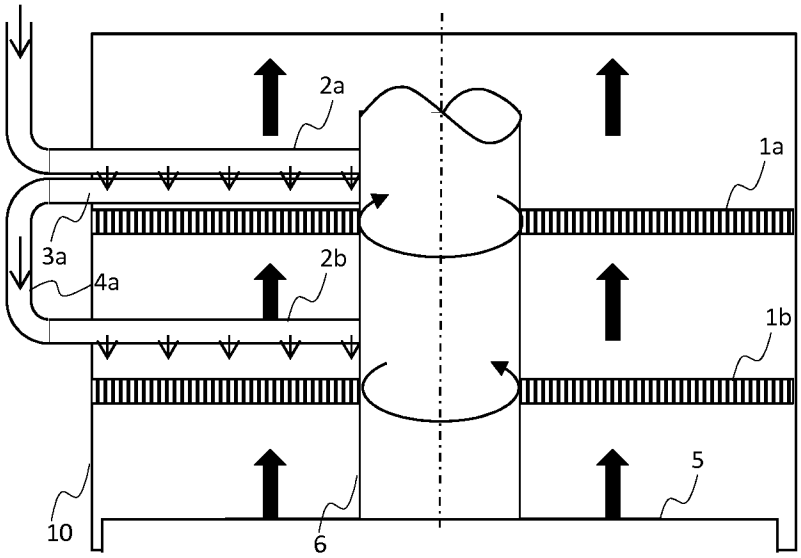




(c) EP197171

FIGURE 1

(a)



(b)

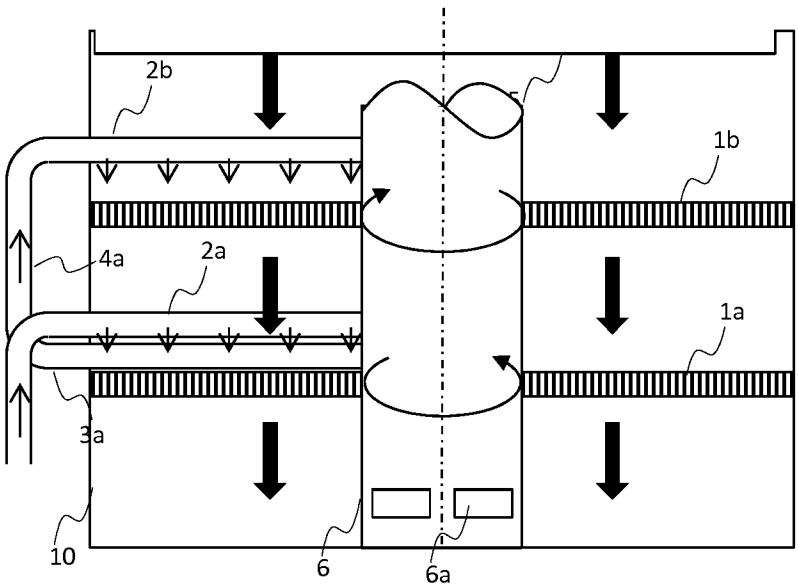
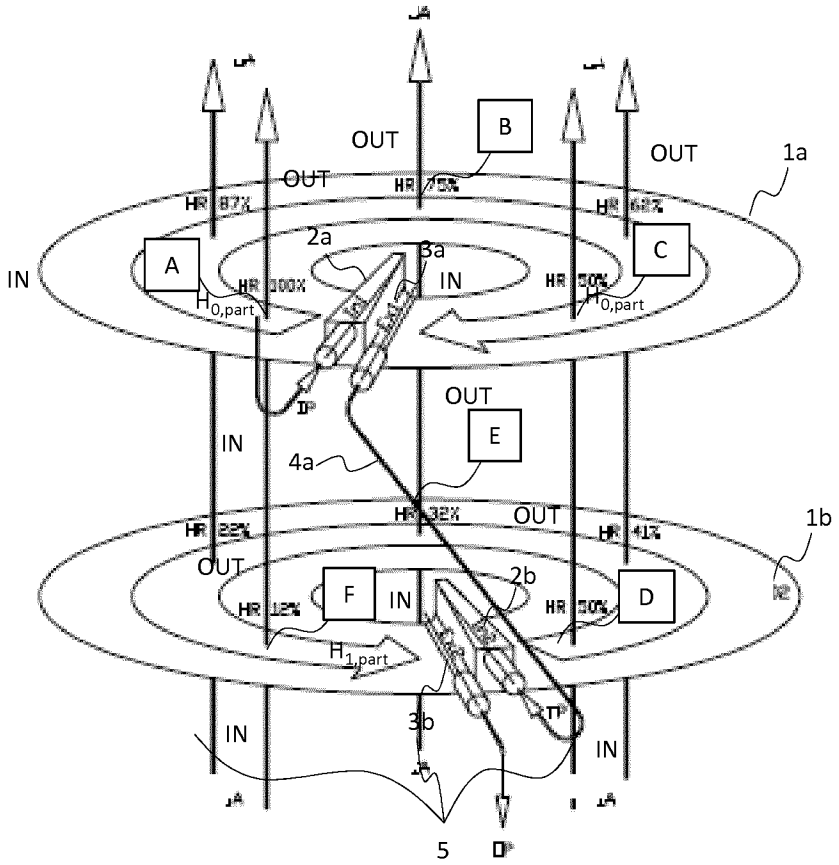
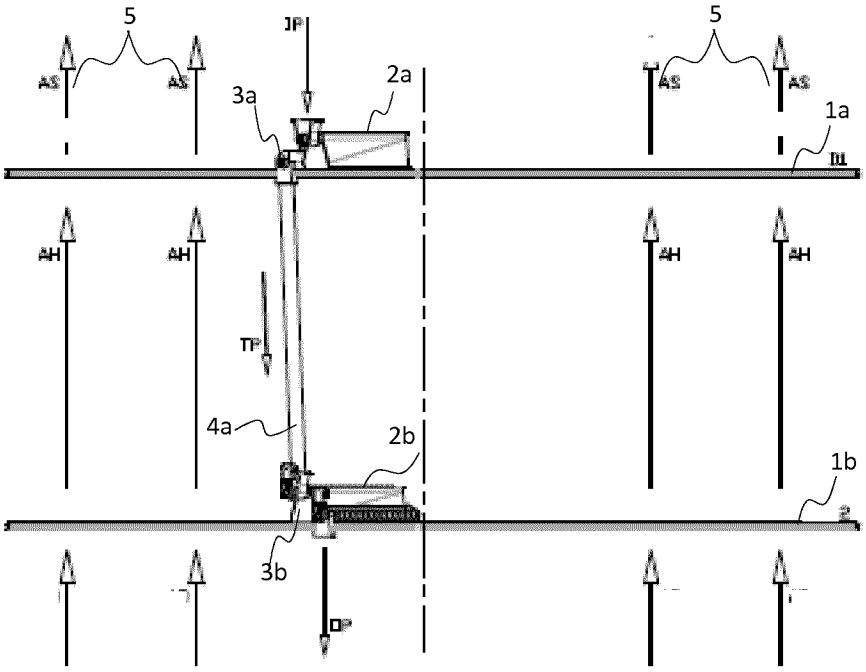


FIGURE 2


OUT
B
OUT
OUT
1a
A
2a
3a
C
IN
IN
$H_{0,part}$
$H_{0,part}$
OUT
E
IN
4a
OUT
1b
OUT
F
IN
2b
D
$H_{1,part}$
3b
IN
IN
5

(a)


5
5
2a
3a
1a
4a
2b
1b
3b

(b)

FIGURE 3

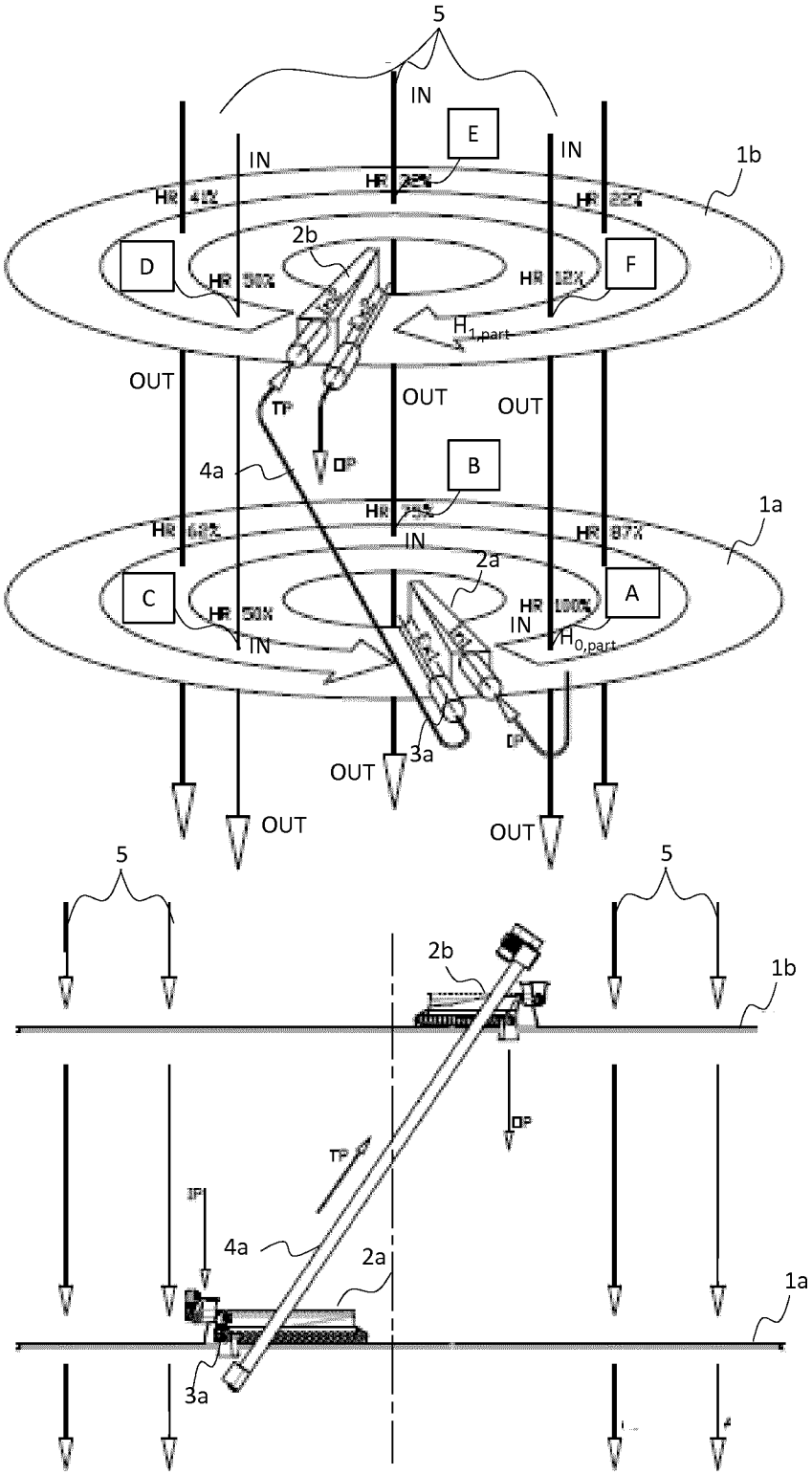

(a)
5
IN
E
IN
IN
1b
HR 22%
2b
D
F
$H_{1,part}$
OUT
OUT
OUT
TP
DP
4a
B
1a
IN
2a
C
A
IN
$H_{0,part}$
3a
OUT
OUT
OUT
(b)
5
5
2b
1b
DP
TP
IP
4a
2a
1a
3a

FIGURE 4

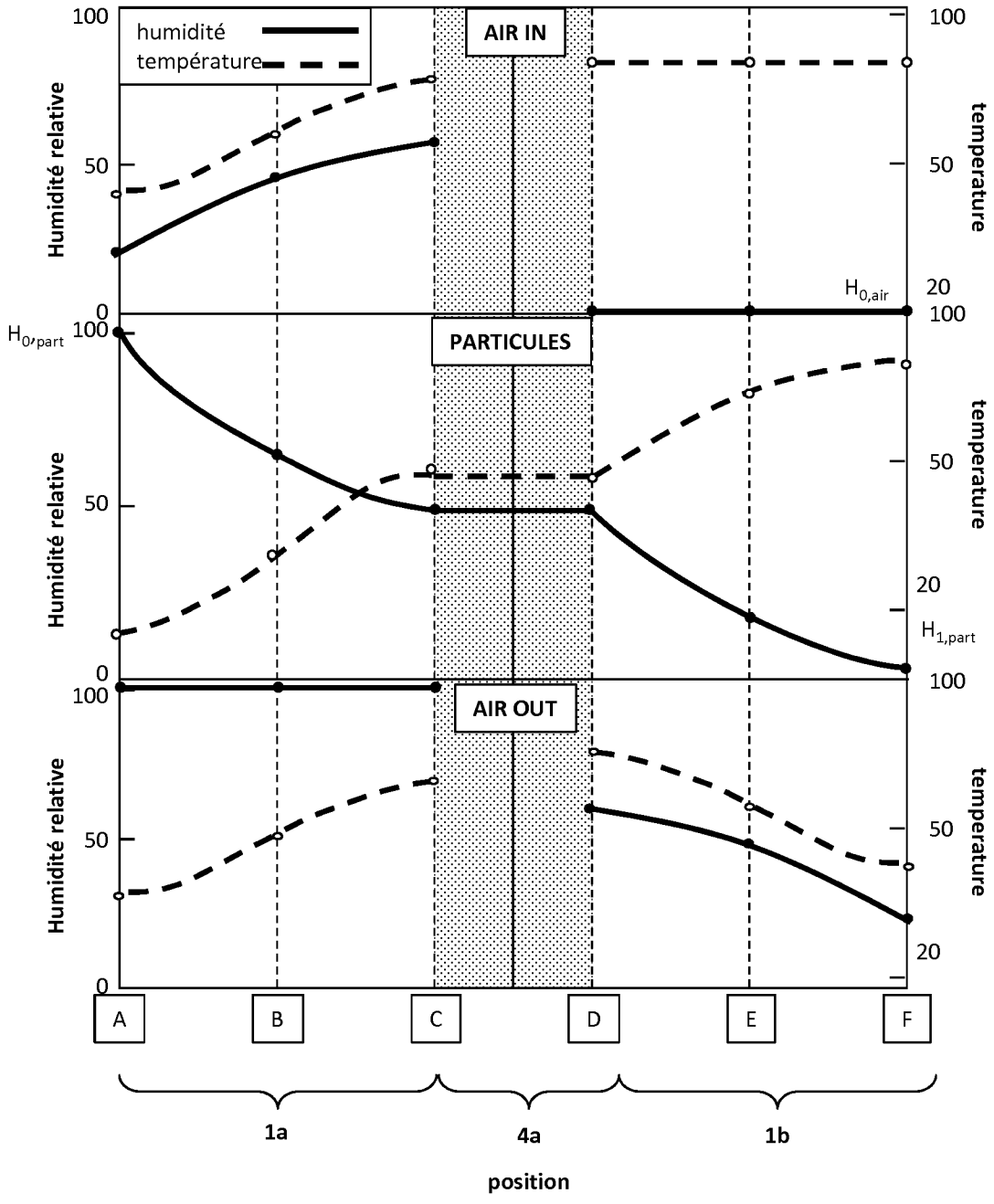

humidité
température
AIR IN
PARTICULES
AIR OUT
Humidité relative
temperature
100
50
0
20
$H_{0,air}$
$H_{0,part}$
$H_{1,part}$
A
B
C
D
E
F
1a
4a
1b
position

FIGURE 6

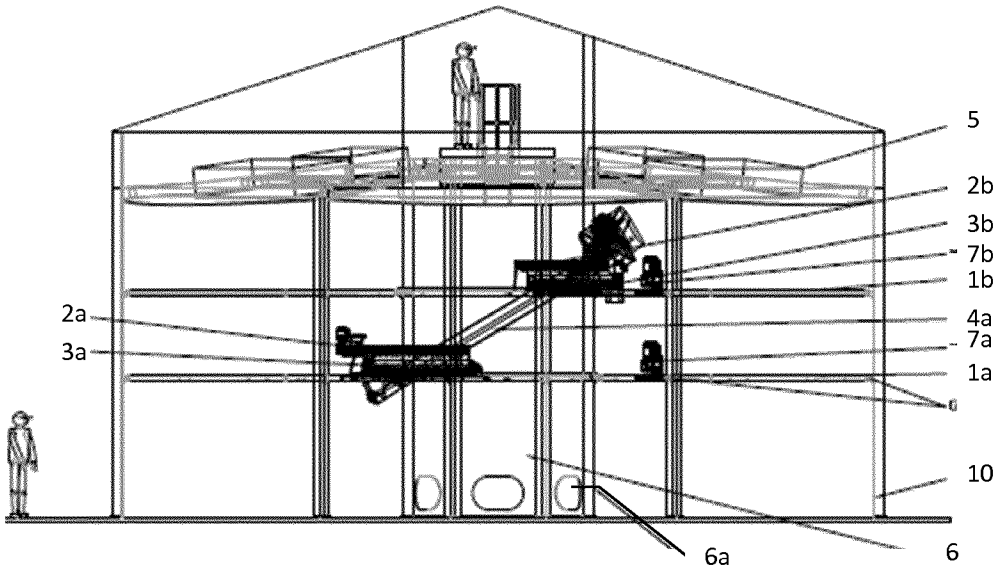


FIGURE 5

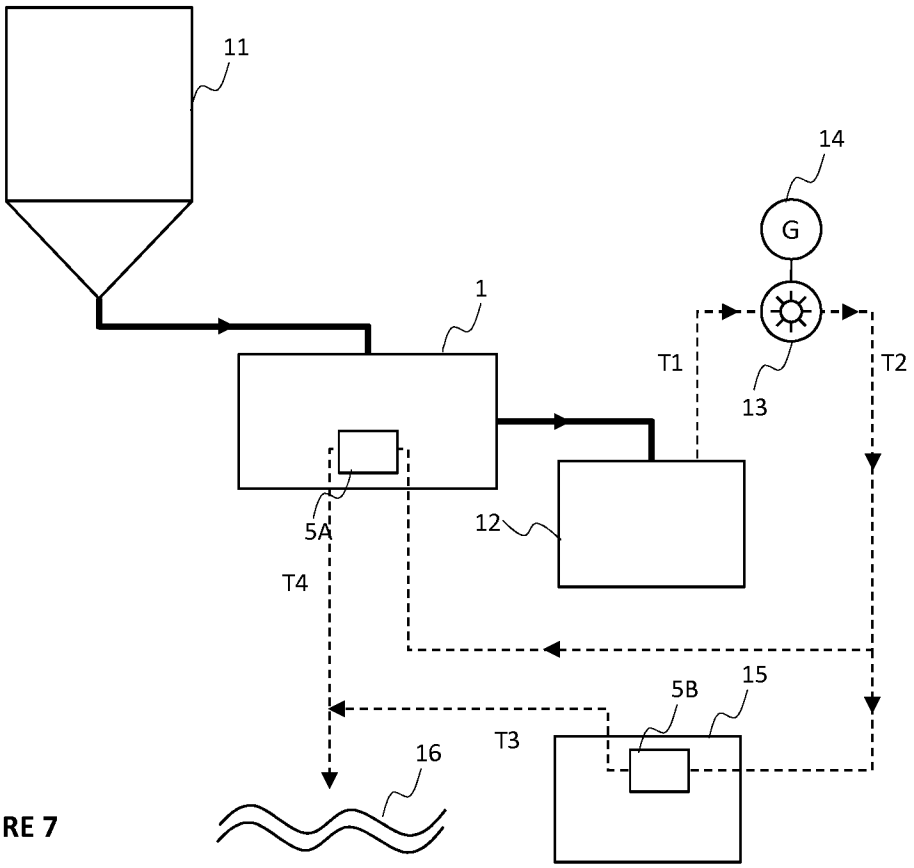


FIGURE 7

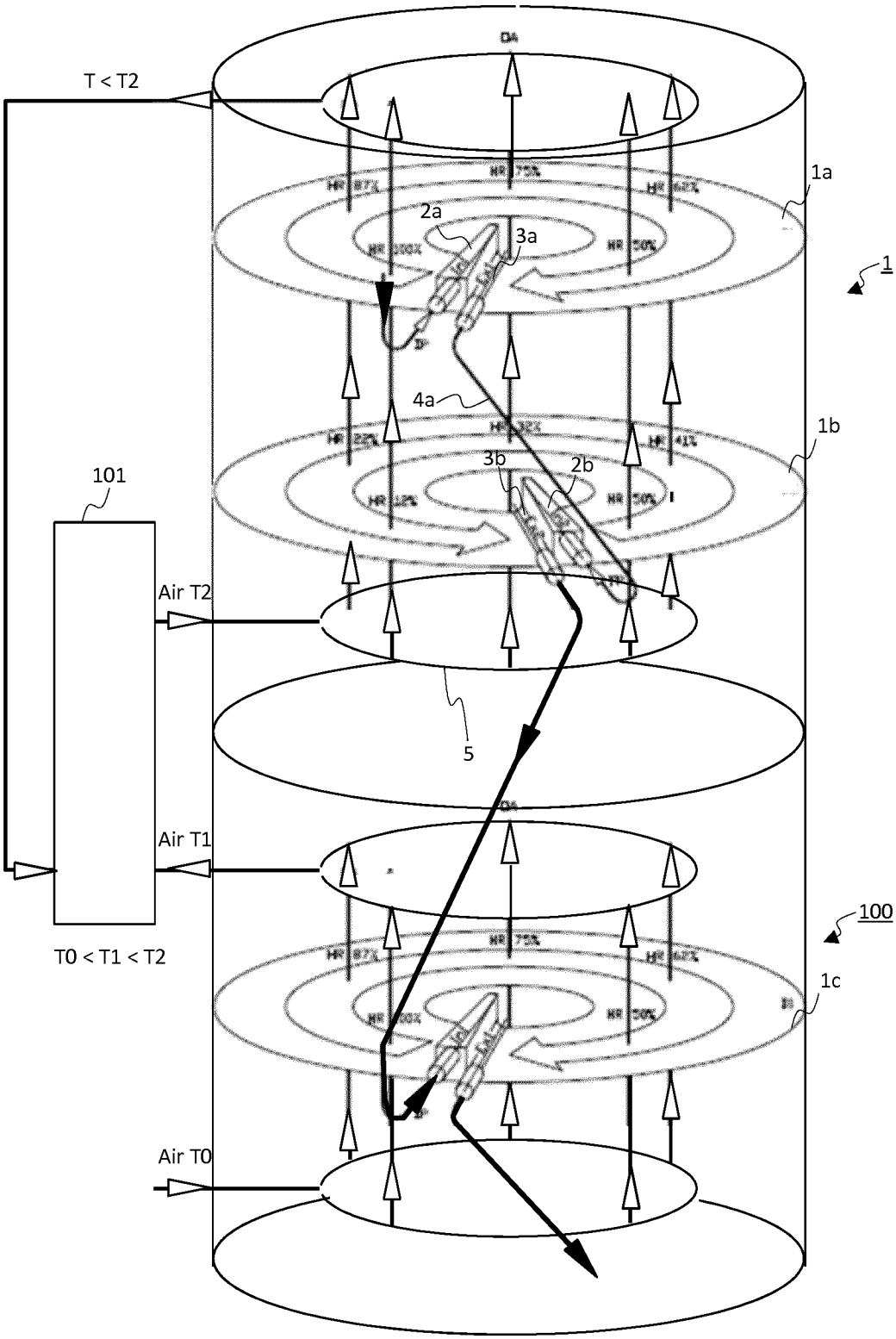


FIGURE 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/055510

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F26B17/00
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

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 practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 197 171 A1 (BRAUNSCHWEIGISCHE MASCH BAU [DE]) 15 October 1986 (1986-10-15) cited in the application	1,3-8, 10-12,17
Y	figures 1-4 page 6, line 16 - page 7, line 34 page 9, line 2 - line 4 page 9, line 30 - page 10, line 33 page 12, line 10 - line 12	9,13-16
Y	GB 265 374 A (INT COMB LTD; FAY HARRY ROSENCRANTS) 10 February 1927 (1927-02-10)	9
A	figures 1-4 page 2, line 2 - line 11 page 4, line 30 - line 63	1

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] 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 application or patent 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	Date of mailing of the international search report
28 May 2013	06/06/2013

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

2

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 10 2010 013083 A1 (BIO EN VULKANEIFEL GMBH [DE]) 29 September 2011 (2011-09-29) figures 1-3 paragraph [0019] - paragraph [0027]	13-15
Y	DE 36 16 411 A1 (KLOECKNER ALFRED [DE]) 19 November 1987 (1987-11-19)	16
A	figure 1 column 6, line 39 - column 7, line 34	1
A	WO 2011/062638 A2 (NIEMANN ARNE W [US]; STUEBLE HELMUT T [US]; SANDMEYER CHRISTOPHER A [U) 26 May 2011 (2011-05-26) figures 1, 2 page 4, line 23 - page 5, line 24 page 7, line 18 - line 20 page 14, line 3 - line 4	1,10,11

2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2013/055510

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0197171 A1	15-10-1986	DE 3573156 D1	26-10-1989
		EP 0197171 A1	15-10-1986
GB 265374 A	10-02-1927	NONE	
DE 102010013083 A1	29-09-2011	NONE	
DE 3616411 A1	19-11-1987	NONE	
WO 2011062638 A2	26-05-2011	AU 2010322419 A1	19-07-2012
		CA 2780964 A1	26-05-2011
		CN 102713480 A	03-10-2012
		EP 2504648 A2	03-10-2012
		JP 2013511698 A	04-04-2013
		KR 20120094948 A	27-08-2012
		US 2011119948 A1	26-05-2011
		WO 2011062638 A2	26-05-2011

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2013/055510

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. F26B17/00
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

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, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	EP 0 197 171 A1 (BRAUNSCHWEIGISCHE MASCH BAU [DE]) 15 octobre 1986 (1986-10-15) cité dans la demande	1,3-8, 10-12,17
Y	figures 1-4 page 6, ligne 16 - page 7, ligne 34 page 9, ligne 2 - ligne 4 page 9, ligne 30 - page 10, ligne 33 page 12, ligne 10 - ligne 12	9,13-16

Y	GB 265 374 A (INT COMB LTD; FAY HARRY ROSENCRANTS) 10 février 1927 (1927-02-10)	9
A	figures 1-4 page 2, ligne 2 - ligne 11 page 4, ligne 30 - ligne 63	1

	-/--	

[X] Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

[X] 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	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
28 mai 2013	06/06/2013

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Etienne, Nicolas

2

Formulaire PCT/ISA/210 (deuxième feuille) (avril 2005)

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	DE 10 2010 013083 A1 (BIO EN VULKANEIFEL GMBH [DE]) 29 septembre 2011 (2011-09-29) figures 1-3 alinéa [0019] - alinéa [0027] -----	13-15
Y	DE 36 16 411 A1 (KLOECKNER ALFRED [DE]) 19 novembre 1987 (1987-11-19)	16
A	figure 1 colonne 6, ligne 39 - colonne 7, ligne 34 -----	1
A	WO 2011/062638 A2 (NIEMANN ARNE W [US]; STUEBLE HELMUT T [US]; SANDMEYER CHRISTOPHER A [U) 26 mai 2011 (2011-05-26) figures 1, 2 page 4, ligne 23 - page 5, ligne 24 page 7, ligne 18 - ligne 20 page 14, ligne 3 - ligne 4 -----	1,10,11

2

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/EP2013/055510

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0197171 A1	15-10-1986	DE 3573156 D1	26-10-1989
		EP 0197171 A1	15-10-1986
GB 265374 A	10-02-1927	AUCUN	
DE 102010013083 A1	29-09-2011	AUCUN	
DE 3616411 A1	19-11-1987	AUCUN	
WO 2011062638 A2	26-05-2011	AU 2010322419 A1	19-07-2012
		CA 2780964 A1	26-05-2011
		CN 102713480 A	03-10-2012
		EP 2504648 A2	03-10-2012
		JP 2013511698 A	04-04-2013
		KR 20120094948 A	27-08-2012
		US 2011119948 A1	26-05-2011
		WO 2011062638 A2	26-05-2011