(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
31 mai 2018 (31.05.2018)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2018/095989 A1

(51) Classification internationale des brevets :
C10L 5/44 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2017/080107

(22) Date de dépôt international :
22 novembre 2017 (22.11.2017)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1661543 25 novembre 2016 (25.11.2016) FR

(71) Déposant : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES [FR/FR] ; 25 rue Leblanc Bâtiment Le Ponant D, 75015 PARIS (FR).

(72) Inventeur : BERTHELLEMY, Alain ; 166 rue Nicolas et Paul Paquet, 55170 ANCERVILLE (FR).

(74) Mandataire : CABINET NONY ; 11 rue Saint-Georges, 75009 PARIS (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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, SA, 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, ST, 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

(54) **Title:** METHOD FOR MANUFACTURING PELLETS WHICH COMPRISES RECOVERING STEAM FROM THE GRINDING OF BIOMASS, AND ASSOCIATED FACILITY

(54) **Titre :** PROCEDE DE FABRICATION DE GRANULES COMPRENANT LA RECUPERATION DE VAPEURS ISSUES DU BROYAGE DE LA BIOMASSE, INSTALLATION ASSOCIEE

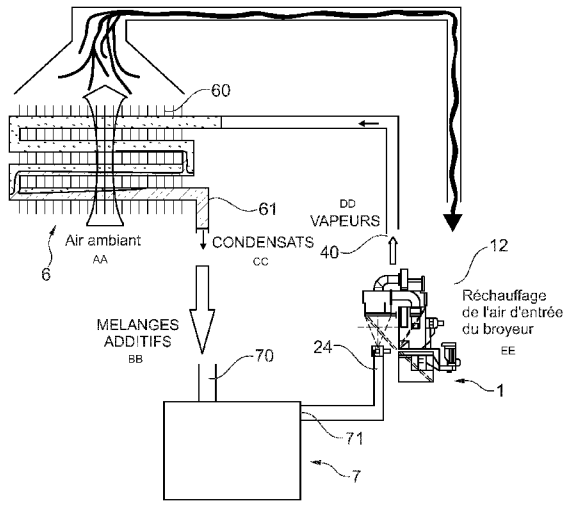

Fig. 2

AA Ambient air
BB ADDITIVE MIXTURES
CC CONDENSATES
DD STEAM
EE Reheating of the grinder intake air

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for manufacturing pellets, which comprises the following consecutive steps: a/ fine grinding of a wet biomass inside a grinder; b/ recovering the steam from grinding the wet biomass; c/ condensing the recovered steam; d/ injecting and mixing, in a pelleting machine, the particles of biomass ground according to step a/ and at least one portion of the condensates from step c/. The invention also relates to the associated continuous facility.

(57) **Abrégé :** L'invention concerne un procédé de fabrication de granulés, comprenant les étapes successives suivantes : a/ broyage fin d'une biomasse humide au sein d'un broyeur, b/ récupérer les vapeurs issues du broyage de la biomasse humide, c/ condenser les vapeurs récupérées, d/ introduire et mélanger dans une presse à granulés, les particules de biomasse broyée selon l'étape a/ et au moins une partie des condensats issues de l'étape c/. Elle concerne également l'installation en continu associée.

WO 2018/095989 A1

[Suite sur la page suivante]

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

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

PROCEDE DE FABRICATION DE GRANULES COMPRENANT LA RECUPERATION DE VAPEURS ISSUES DU BROYAGE DE LA BIOMASSE, INSTALLATION ASSOCIEE

Domaine technique

La présente invention concerne le domaine général de la fabrication de granulés à partir d'une biomasse, plus particulièrement de la biomasse ligno-cellulosique, qui est broyée.

Par « biomasse», on entend ici et dans le cadre de l'invention, l'ensemble des matières organiques utilisées à des fins énergétiques ou agronomiques.

On entend par « matière organique » l'ensemble de la matière vivante qui peut être broyée pour former des granulés, que ce soit les matières d'origine végétale comprenant les déchets organiques issus de l'agriculture et de la sylviculture : déchets agricoles, résidus alimentaires, bois, racines, feuilles…, les déchets organiques ménagers ou industriels, les boues des stations d'épuration…, les champignons et les matières d'origine animale (fumier animal…)

L'invention a trait plus particulièrement à la récupération des vapeurs issues du broyage de la biomasse humide qui conduit à la réalisation d'une farine ou poudre à partir de laquelle des granulés sont fabriqués.

Bien que décrite en relation avec l'application à une biomasse destinée à former également des granulés biocombustibles, l'invention s'applique à toute biomasse dont les granulés qui en sont issus peuvent être utilisés à des fins énergétiques (granulés biocombustibles) ou agronomiques. Les granulés fabriqués à des fins agronomiques peuvent être des granulés d'engrais, des granulés alimentaires pour animaux.

Etat de la technique

Le traitement mécanique de la biomasse d'origine végétale contenant du carbone (tronc d'arbre, balles de paille, déchets verts) comprend classiquement une première étape de broyage grossier, en général sur le lieu même de la récolte, qui permet notamment de faciliter le transport et d'en réduire son coût. Cette première étape de broyage est réalisée au moyen de déchiqueteuse (en anglais « *shredder* ») et conduit à des particules de dimensions centimétriques ou millimétriques, typiquement des plaquettes forestières dans les filières bois. Elle est réalisée au moyen de broyeurs à la technologie éprouvée (broyeur à marteaux, à couteaux ou à ciseaux). Les particules ainsi broyées

grossièrement constituent ainsi ce que l'on appelle les intrants des voies de conversion thermochimique ou de granulation pour obtenir des granulés biocombustibles.

Selon l'application souhaitée, une deuxième étape de traitement mécanique consécutif au premier, est nécessaire et consiste en un broyage fin pour conférer des propriétés spécifiques à la poudre de biomasse. Par exemple, il peut s'agir de farine ou poudre de bois pour la fabrication de biocombustibles sous forme de granulés.

Un certain nombre d'études est consacré au broyage fin de particules de biomasse, notamment de plaquettes forestières, pour atteindre des granulométries du millimètre au micron selon les cas. Dans ces études, les effets de la nature de la biomasse, du type de broyeur(s) utilisé(s), de la granulométrie désirée ont été caractérisés sur le coût énergétique de l'opération proprement dite de broyage fin, et/ou les propriétés de la poudre obtenue (distribution granulométrique, forme des particules).

Un nouveau type de broyage fin a été récemment mis en œuvre : il combine de manière innovante à la fois le broyage et le séchage des intrants. Ce procédé a été développé par la société canadienne First American Scientific Corporation. Ce procédé est particulièrement avantageux dans la mesure où il permet d'économiser de l'énergie de chaleur à produire par rapport à un procédé classique dans lequel la biomasse humide est d'abord séchée au préalable, puis une fois sèche est broyée.

Ce procédé ainsi que le broyeur afférent sont décrits dans le brevet US7481385B2. Le broyage en tant que tel est réalisé au moyen de chaînes métalliques montées sur un axe et qui tournent à grande vitesse et projettent ainsi par la force centrifuge la biomasse humide, telles que les plaquettes forestières, sur les parois de la chambre du broyeur. Les impacts de la biomasse, telles que les plaquettes de bois, sur les parois les pulvérisent et libèrent de la chaleur et de l'eau contenant des résidus (poussières, tanin, lignine, …). Sous l'effet de la chaleur produite, l'eau se transforme en vapeur d'eau contenant les résidus, qui se retrouve ainsi mélangée au fort débit d'air qui parcourt le broyeur. Le broyeur peut en outre être équipé en sortie de chambre de broyage d'une roue de classification granulométrique qui permet de sélectionner les particules fines ayant la taille désirée. La vitesse de rotation de la roue de classification permet d'ajuster la finesse de la poudre en sortie.

On a reproduit en figure 1, les composants essentiels du broyeur tels qu'ils sont divulgués dans le brevet précité.

Ce broyeur 1 comprend une chambre de broyage 10 munie d'un orifice d'alimentation 12 en biomasse humide et en air, et d'un conduit de sortie 14 de la biomasse broyée. La chambre 10 comprend une paroi 16 inférieure, une paroi latérale cylindrique 18 et un ensemble de couvercles de forme générale circulaire 20.

Une pluralité de chaînes 42 est montée sur un moyeu 44 qui peut être mis en rotation dans un plan horizontal par un moteur 46 par l'intermédiaire d'un axe 48. Un volant d'inertie peut être claveté sur l'axe 48 pour stabiliser les efforts exercés par le moteur.

Des plaques déflectrices 50 et un tore creux tronconique 52 sont agencés au-dessus des chaînes 42 pour confiner la biomasse humide projetée par les chaînes 42 en rotation.

Le conduit de sortie 14 de la chambre 10 se prolonge vers le cylindre supérieur d'un séparateur à cyclone 22. Ainsi, les particules de biomasse solides broyées par éclatement contre les parois 16, 18, 52 de la chambre 10 sont évacuées de celle-ci par un courant d'air et sont séparés de l'air dans le séparateur à cyclone 22. Les particules broyées sont sensiblement plus sèches qu'elles ne l'étaient dans la biomasse humide en entrée 12. Les particules solides séparées de l'air à l'intérieur du séparateur sont collectées au fond d'un cône et sont déchargées à travers un orifice d'évacuation 24.

Un ventilateur 30 provoque l'évacuation de l'air du séparateur pour le faire circuler à travers un conduit 32 vers un condenseur 34, puis dans un circuit de chauffage 36 et, enfin, vers un certain nombre d'éjecteurs 38 depuis lesquels l'air est injecté dans la chambre de broyage. Cet air circule à travers la chambre puis recircule dans le conduit 14 où il retourne vers le séparateur à cyclones 22.

Un tuyau d'extraction ou évent 40 réalisé dans le couvercle 20 permet à une partie de l'air chargé d'humidité et contenant des résidus éventuels d'être extraite directement à l'atmosphère depuis l'intérieur de la chambre de broyage 10.

L'inventeur a utilisé un tel broyeur pour réaliser des granulés biocombustibles à partir de particules broyées de bois extraites.

Il a pu mettre ainsi en évidence un inconvénient majeur qui est que des rejets importants de vapeur d'eau, de la chaleur et des poussières sont évacués directement à l'air libre.

Par ailleurs, un des paramètres clefs à maitriser dans la fabrication de granulés (« pellets » en anglais) biocombustibles, est la teneur en eau.

Ainsi, une bonne teneur en eau détermine si un granulé peut être formé dans une presse prévue à cet effet et de quelle façon le granulé peut conserver sa forme par après. Pendant tout le processus de fabrication des granulés, il faut donc des mécanismes de contrôle et de réglage qui aident à maîtriser la teneur en eau. Avant que les particules de biomasse broyée finement ne soient transformées en granulés, elles doivent être à nouveau humidifiées afin d'atteindre la teneur en eau optimale pour cette transformation. Il semble se dégager un consensus sur l'optimum d'une humidité avec un taux entre 10% et 15% pour des particules de bois. En dehors de cette gamme, si les particules broyées sont trop sèches dans la presse, les granulés obtenus deviennent cassants et l'état de fonctionnement de la presse devient tel qu'il est nécessaire de réaliser des travaux d'entretien plus fréquents avec des coûts de maintenance afférents plus élevés. Si les particules broyées sont trop humides, le débit de la presse diminue ainsi que la qualité des granulés formés.

Une utilisation intensive d'une presse à granulés implique une consommation d'eau importante.

Il existe donc un besoin d'améliorer le procédé de fabrication de granulés biocombustibles à partir de biomasse, en particulier de biomasse ligno-cellulosique, afin de surmonter les inconvénients actuels liés à l'utilisation d'un broyeur humide et afin de garantir une utilisation optimale d'une presse à granulés.

De manière générale, il existe un besoin d'améliorer le procédé de fabrication de tous types de granulés à partir d'une matière première humide qui doit être broyée préalablement, afin de surmonter les inconvénients actuels liés à l'utilisation d'un broyeur humide et afin de garantir une utilisation optimale d'une presse à granulés.

Le but de l'invention est de répondre au moins en partie à ce besoin.

Exposé de l'invention

Pour ce faire, l'invention concerne, sous un de ses aspects, un procédé de fabrication de granulés, comprenant les étapes successives suivantes :

a/ broyage fin d'une biomasse humide au sein d'un broyeur,

b/ récupérer les vapeurs issues du broyage de la biomasse humide,

c/ condenser les vapeurs récupérées,

d/ introduire et mélanger dans une presse à granulés, les particules de biomasse broyée selon l'étape a/ et au moins une partie des condensats issues de l'étape c/.

La biomasse peut être avantageusement de la biomasse ligno-cellulosique constituée par des plaquettes forestières, ou des déchets verts ayant éventuellement subi un pré-broyage. Les plaquettes forestières peuvent être avantageusement du type M40, avec un taux d'humidité inférieur à 40%, ou encore des déchets verts, obtenus par broyage préalable de type M65. De manière générale, lorsque les granulés sont destinés à des fins énergétiques, il peut s'agir de tout type de bio-ressource qui peut être transformé sous la forme de granulés biocombustibles.

De préférence, le taux d'humidité de la matière introduite dans la presse, obtenu par les condensats, est compris entre 5 et 25 %, de préférence entre 10 et 20 %, de préférence de l'ordre 15%. On précise ici que ce taux d'humidité est un pourcentage massique est qu'il est égal au rapport entre la différence de masse de bois humide et celle de bois sec sur la masse de bois humide, multiplié par 100.

Selon un mode de réalisation avantageux, le procédé peut comprendre en outre une étape c1/ de récupération de la chaleur latente issue des vapeurs.

L'étape c1/ est avantageusement réalisée au moyen d'un échangeur à air, l'air réchauffé étant injecté en entrée du broyeur mettant en œuvre l'étape a/.

La température de l'air en entrée d'échangeur peut être la température ambiante, tandis que la température de l'air réchauffé injecté en entrée du broyeur est comprise entre 40 et 50°C.

Ainsi, selon ce mode, la chaleur latente issue du broyage est récupérée avantageusement lors de cette étape de condensation, pour réaliser préchauffage de la bio ressource en entrée de broyeur. Ainsi, la température de l'air entrant dans le broyeur peut être augmentée, ce qui favorise son fonctionnement car l'air chaud peut absorber plus d'humidité, et donc l'utilisateur peut injecter des ressources encore plus humides, typiquement des ressources à 40-50% d'humidité comme des déchets verts de déchetteries.

On obtient ainsi un gain énergétique dans le fonctionnement du broyeur.

Selon une variante avantageuse, l'étape d/ peut être réalisée avec ajout d'un liant supplémentaire, de préférence contenant de la lignine.

Les gammes de températures suivantes sont avantageuses :

- température au sein du broyeur supérieure à 100°C.

- température des vapeurs à la sortie du broyage de la biomasse humide comprise entre 70 et 90°C.

- température des condensats introduits dans la presse à granulés étant comprise entre 30 et 60 °C.

L'invention a également pour objet, selon un autre de ses aspects, une installation de fabrication de granulés en continu comprenant :

- un broyeur de biomasse humide, comprenant un orifice d'alimentation en biomasse humide, au moins un orifice d'extraction des vapeurs issues du broyage de la biomasse humide, et un orifice d'évacuation des particules de biomasse broyées ;

- un échangeur à air formant condenseur dont un premier circuit est un circuit de circulation d'air ambiant un deuxième circuit est le circuit de circulation des vapeurs extraites du broyeur ;

- une presse à granulés comprenant un orifice d'alimentation en condensats relié au deuxième circuit du condenseur et un orifice d'alimentation en particules de biomasse broyée relié à l'orifice d'évacuation du broyeur.

Selon une variante avantageuse, le premier circuit du condenseur est relié à l'orifice d'alimentation en air du broyeur.

Ainsi l'invention consiste essentiellement à récupérer les vapeurs extraites pendant l'opération de broyage de la biomasse (bois ou d'autres bio ressources ou autre biomasse) et à forcer leur condensation, puis à récupérer et injecter les condensats au sein d'une presse à granulés afin de fabriquer des granulés biocombustibles ou à des fins agronomiques (granulés d'engrais, des granulés alimentaires pour animaux).

Les condensats récupérés en sortie condenseur, qui sont composés d'eau chaude contenant des résidus (poussières, tanin, lignine, ...) servent avantageusement d'additifs aux particules de biomasse broyées.

La réutilisation des condensats chauds selon l'invention peut conduire à des économies en termes d'énergie et de consommation d'eau d'une installation globale de fabrication de granulés biocombustibles.

En effet, la production de granulés, plus particulièrement de granulés biocombustibles, de bonne qualité requiert un certain nombre de conditions et peut nécessiter l'ajout d'eau (liquide ou vapeur).

En injectant les condensats issus des vapeurs extraites du broyage directement dans la presse à granulés, on peut s'affranchir de toute alimentation en eau supplémentaire.

Autrement dit, grâce à l'invention, on amène l'humidité nécessaire à la fabrication de granulés directement depuis l'étape amont de broyage humide de la biomasse, ce qui revient à ne pas consommer d'eau supplémentaire.

En outre, l'ajout des condensats permet de s'affranchir de tout additif chimique ou liant usuellement requis dans les presses à granulés.

Ces liants (ou adjuvants de pressage) sont des additifs qui sont incorporés à faible taux, typiquement 0,5 à 2,5 %, dans le seul but d'augmenter le rendement des presses et la cohésion des granulés. Ces substances peuvent être d'origine organique ou minérale. Parmi les substances organiques, les lignosulfites sont des sous-produits de l'industrie papetière, comprenant des composés organiques extraits du bois (lignine).

Il existe des tests de laboratoire qui permettent d'évaluer l'aptitude liante ou lubrifiante de ces adjuvants de pressage, en fonction principalement de l'humidité et du type de matière première : [1]. Les essais à échelle pilote montrent généralement une influence positive de l'addition des lignosulfites sur les propriétés mécaniques des agglomérés et une tendance à une réduction de l'énergie consommée par la presse dans le cas de mélanges riches en céréales et/ou en amidon. La formulation extrêmement fiable des lignosulfites assure une pulvérisation des particules broyées qui est de grande qualité.

Or, comme évoqué ci-avant, les vapeurs extraites du broyage contiennent des résidus qui comportent des lignosulfites.

Ainsi, l'injection dans une presse à granulés, des condensats issus des vapeurs extraites du broyage a non seulement pour avantage de permettre l'absence d'alimentation d'eau provenant de l'extérieur du process de broyage mais en outre elle permet d'amener par le contenu de ses résidus des lignosulfites qui sont très propices pour obtenir les propriétés recherchées par les granulés.

Par ailleurs, la récupération et la condensation des vapeurs extraites du broyage permet d'éviter leurs rejets à l'air libre.

Au vu des procédés et installations de l'état de l'art, récupérer les vapeurs extraites d'un broyage humide, les condenser puis injecter les condensats, mélange de

vapeur d'eau, de composés ligno-cellulosique, de poussières, dans une presse à granulés est loin d'être évident pour un homme du métier.

En effet, il ressort de l'ensemble de l'état de l'art, que l'homme du métier a tendance nécessairement à rejeter à l'air libre ces vapeurs, car il considère que les poussières qu'elles contiennent, ont une tendance systématique à se déposer et à former des bouchons nuisibles à la sortie du broyeur.

Description détaillée

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention ressortiront mieux à la lecture de la description détaillée d'exemples de mise en œuvre de l'invention faite à titre illustratif et non limitatif en référence aux figures suivantes, parmi lesquelles :

- la figure 1 est une vue schématique d'un broyeur de biomasse humide selon le brevet US7481385B2;

- la figure 2 est une représentation schématique d'une installation de fabrications de granulés biocombustibles comprenant un broyeur selon la figure 1 et une presse à granulés.

Un broyeur de biomasse humide 1 selon l'état de l'art et selon l'invention comprend les références numériques pour désigner les mêmes éléments.

On précise que les termes « amont », « aval », « entrée », « sortie » utilisés en référence avec la figure 1 et 2 sont à considérer par rapport au sens de circulation de la biomasse ligno-cellulosique dans un broyeur et une installation de fabrication en continu de granulés biocombustibles selon l'invention.

La figure 1 a déjà été décrite en détail en préambule. Elle ne sera donc pas commentée ci-après.

Les inventeurs ont pensé à réaliser une installation de fabrication en continu de granulés biocombustibles, utilisant un broyeur de biomasse humide et une presse à granulés dont l'eau dont elle a besoin pour réaliser la granulation est apportée directement par les condensats des vapeurs extraites du broyage.

L'installation selon l'invention comprend donc un broyeur humide 1, tel que celui décrit en référence avec la figure 1 et une presse à granulés 7. On précise que dans le mode de réalisation illustré, le broyeur 1 intègre une roue de classification qui permet en grande partie à elle seule de sélectionner la granulométrie des particules de biomasse broyées de telle sorte qu'elles aient des dimensions adaptées à leur granulation par une

presse à granulés. Autrement dit, la roue de classification qui peut d'ailleurs être agencée dans le broyeur 1, entre l'entrée de la biomasse et la partie de broyage proprement dite, permet de sélectionner les particules fines ayant la taille désirée pour obtenir une granulation par la suite. La vitesse de rotation de la roue de classification permet ainsi d'ajuster la finesse des particules broyées en sortie de broyeur.

Comme visible en figure 2, l'orifice d'évacuation 24 des particules de biomasse broyées dans le broyeur 1 est relié à l'orifice d'alimentation 71 de la presse à granulés 7.

Selon l'invention, l'installation comprend en outre un échangeur à air 6, qui forme condenseur. Dans l'exemple illustré, l'échangeur à air 6 est de type à ailettes.

Un des circuits 60 est un circuit de circulation d'air ambiant. L'autre des circuits 61 est un circuit de circulation des vapeurs extraites du broyeur.

Comme visible en figure 2, le circuit des vapeurs est ouvert depuis l'orifice d'extraction 40 des vapeurs issues du broyeur 1 jusqu'à un orifice d'alimentation 70 en condensats de la presse à granulés.

Ainsi, lorsqu'on fait passer les vapeurs dans le circuit 61 de l'échangeur à air 6, celles-ci sont refroidies par l'air ambiant circulant de manière forcé dans le circuit 60. Les vapeurs changent donc de phase et se condensent.

Les condensats injectés par l'orifice 70 apportent toute l'eau nécessaire à la réalisation des granulés. Le taux d'humidité à cette entrée 70 est contrôlé pour être compris entre 10 et 15%.

Par ailleurs, le circuit 60 du condenseur 6 est relié à l'orifice d'alimentation 12 en air du broyeur.

Ainsi, l'air ambiant circulant dans le circuit 60, qui est réchauffé par échange thermique avec les vapeurs circulant dans le circuit 61, vient directement préchauffer l'air d'entrée du broyeur 1. De préférence, la température en entrée de broyeur est comprise entre 40 et 50°C.

Avec ce réchauffage d'air par les propres vapeurs issues du broyage, on récupère et on utilise une énergie importante, sous forme de chaleur latente, au sein même du broyeur 1. Par conséquent, on diminue la consommation énergétique du broyeur 1 comparativement à l'état de l'art où les vapeurs extraites du broyage humide sont directement rejetées dans l'atmosphère.

D'autres variantes et avantages de l'invention peuvent être réalisés sans pour autant sortir du cadre de l'invention.

Le broyeur humide mis en œuvre peut comprendre ou non un moyen de classification des particules broyées permettant d'obtenir des granulés dans la presse à granulés. Ainsi, en fonction du type de broyeur et/ou de la nature de la biomasse en entrée du broyeur humide, il est nécessaire d'effectuer ou non une classification pour obtenir la bonne granulométrie. Si le broyage en tant que tel donne des particules broyées à des dimensions toutes compatibles avec la presse à granulés en aval, aucune classification en tant que telle n'est nécessaire.

L'invention n'est pas limitée aux exemples qui viennent d'être décrits; on peut notamment combiner entre elles des caractéristiques des exemples illustrés au sein de variantes non illustrées.

Références citées

[1]: Melcion, J.P. (1995). « *Emploi des liants pour le pressage des aliments des animaux : aspects technologiques et nutritionnels.* »Productions Animales, 8 (2), 83-96.

5

REVENDICATIONS

1. Procédé de fabrication de granulés, comprenant les étapes successives suivantes :

a/ broyage fin d'une biomasse humide au sein d'un broyeur,

b/ récupérer les vapeurs issues du broyage de la biomasse humide,

c/ condenser les vapeurs récupérées,

d/ introduire et mélanger dans une presse à granulés, les particules de biomasse broyée selon l'étape a/ et au moins une partie des condensats issues de l'étape c/.

2. Procédé selon la revendication 1, la biomasse humide étant constituée par des plaquettes forestières ou des déchets verts ayant éventuellement subi un pré-broyage, les granulés obtenus à l'issue de l'étape d/ étant des granulés biocombustibles.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, le taux d'humidité de la matière introduite dans la presse, obtenu par les condensats, étant compris entre 5 et 25 %, de préférence entre 10 et 20 %, de préférence de l'ordre 15%.

4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, comprenant en outre une étape c1/ de récupération de la chaleur latente issue des vapeurs.

5. Procédé selon la revendication 4, l'étape c1/ étant réalisée au moyen d'un échangeur à air, l'air réchauffé étant injecté en entrée du broyeur mettant en œuvre l'étape a/.

6. Procédé selon la revendication 5, la température de l'air en entrée d'échangeur étant la température ambiante, tandis que la température de l'air réchauffé injecté en entrée du broyeur est comprise entre 40 et 50°C.

7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, l'étape d/ étant réalisée avec ajout d'un liant supplémentaire, de préférence contenant de la lignine.

8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, la température au sein du broyeur étant supérieure à 100°C.

9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, la température des vapeurs à la sortie du broyage de la biomasse humide étant comprise entre 70 et 90°C.

10. Procédé selon l'une des revendications précédentes, la température des condensats introduits dans la presse à granulés étant comprise entre 30 et 60 °C.

11. Installation de fabrication de granulés en continu comprenant :

- un broyeur (1) de biomasse humide, comprenant un orifice d'alimentation (12) en biomasse humide, au moins un orifice d'extraction (40) des vapeurs issues du broyage de la biomasse humide, et un orifice d'évacuation (24) des particules de biomasse broyées;

- un échangeur à air (6) formant condenseur dont un premier circuit (60) est un circuit de circulation d'air ambiant un deuxième circuit (61) est le circuit de circulation des vapeurs extraites du broyeur ;

- une presse à granulés (7), comprenant un orifice d'alimentation (70) en condensats relié au deuxième circuit du condenseur et un orifice d'alimentation (71) en particules de biomasse broyées relié à l'orifice d'évacuation du broyeur.

12. Installation selon la revendication 11, le premier circuit du condenseur étant relié à l'orifice d'alimentation (12) en air du broyeur.

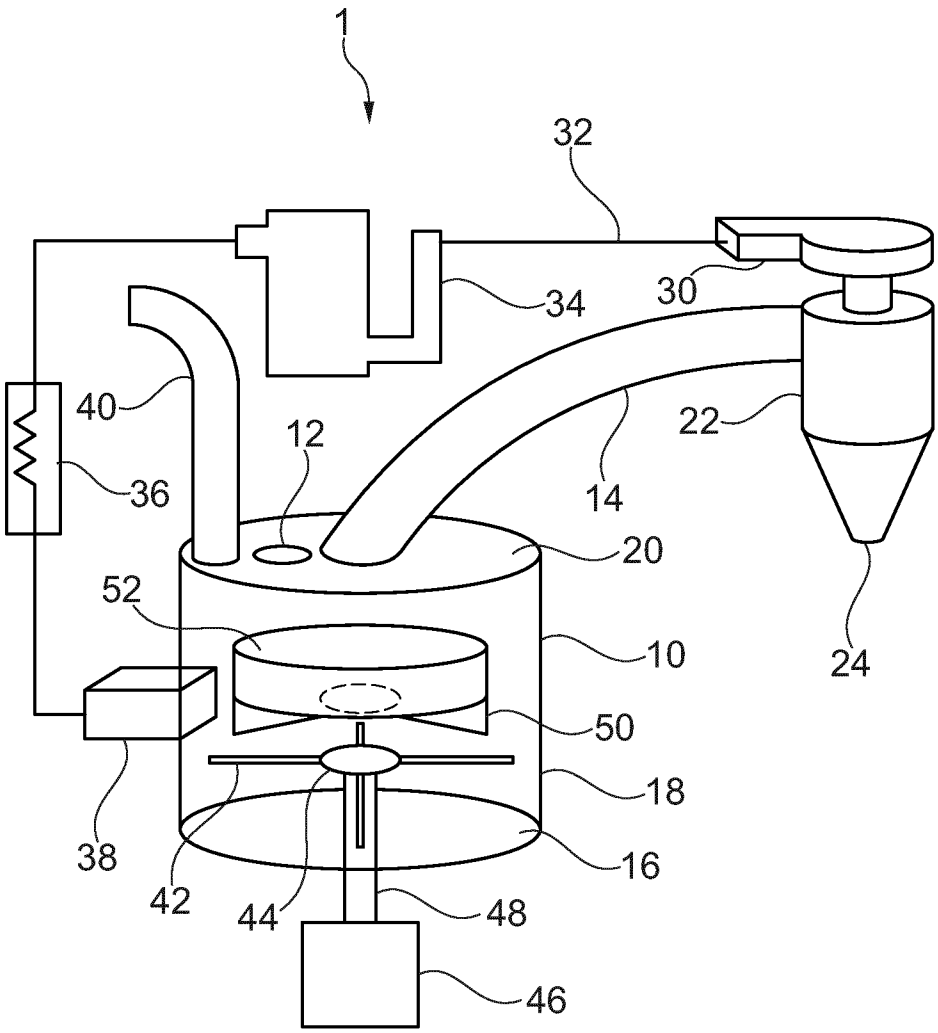

Fig. 1

(ETAT DE L'ART)

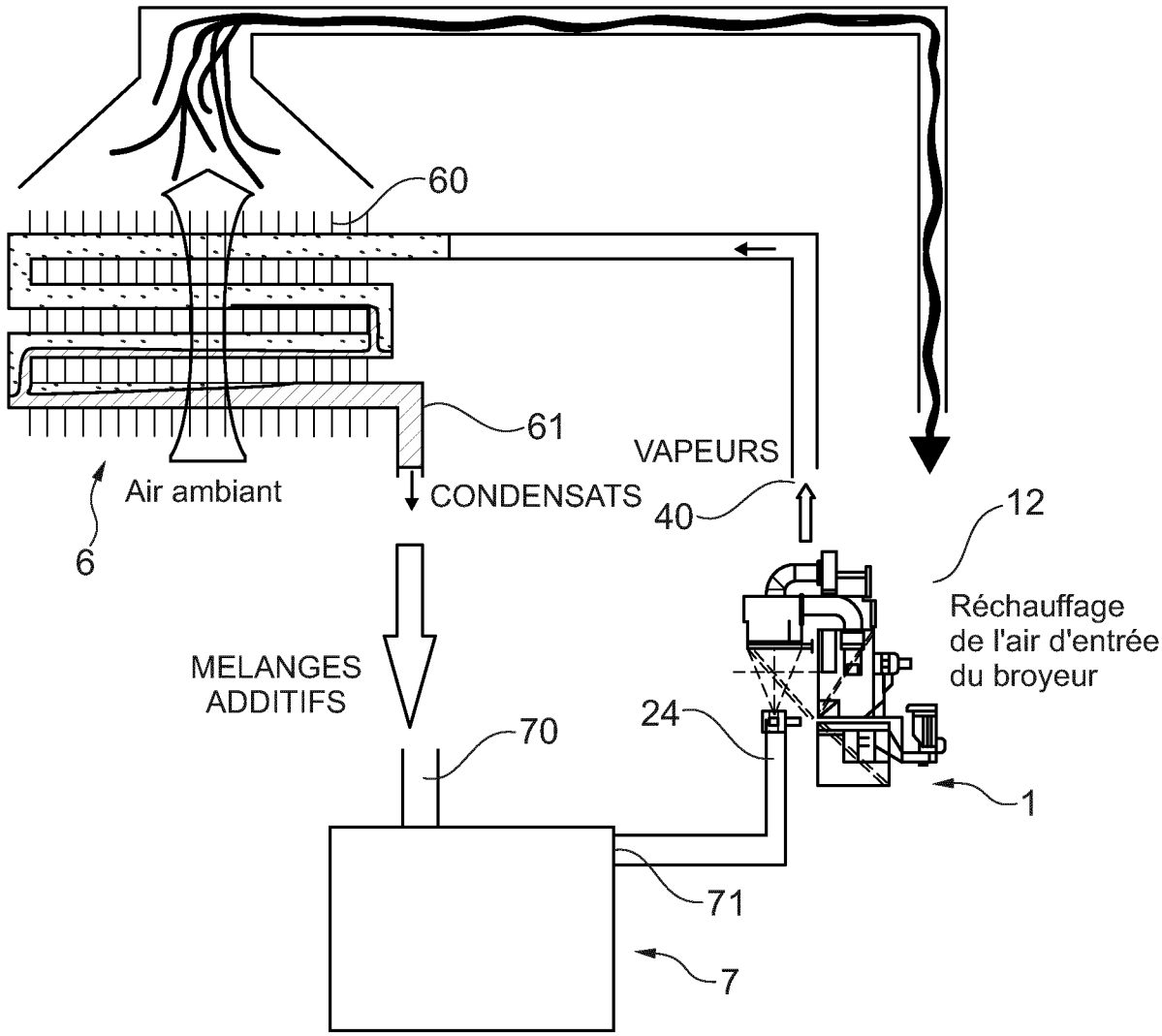
60
61
VAPEURS
Air ambiant
CONDENSATS
40
12
6
Réchauffage
de l'air d'entrée
du broyeur
MELANGES
ADDITIFS
24
70
1
71
7

Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/080107

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. C10L5/44
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)
C10L

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.
A	US 2014/259895 A1 (MASON THOMAS K [US]) 18 September 2014 (2014-09-18) paragraphs [0011], [0042], [0095]; claims 4,5,6,17,18; figures 1,2,16	1-12
A	US 7 481 385 B2 (NARAYAN SUNDAR [CA] ET AL) 27 January 2009 (2009-01-27) cited in the application the whole document	1-12
A	EP 2 418 075 A2 (ROELL WILHELM [DE]; HEINZ ULLRICH [DE]) 15 February 2012 (2012-02-15) paragraphs [0017], [0026], [0029], [0030], [0031]; claims 1,12,15,16; figure 1	1-12

☐ 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 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
2 January 2018	16/01/2018

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	Pöllmann, Klaus

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2017/080107

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2014259895 A1	18-09-2014	NONE	
US 7481385 B2	27-01-2009	CA 2416402 A1	15-07-2004
		JP 4487268 B2	23-06-2010
		JP 2006518396 A	10-08-2006
		KR 20050089806 A	08-09-2005
		US 2006108459 A1	25-05-2006
		WO 2004063649 A1	29-07-2004
EP 2418075 A2	15-02-2012	DE 102010036920 A1	09-02-2012
		EP 2418075 A2	15-02-2012

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2017/080107

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. C10L5/44
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)
C10L

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
A	US 2014/259895 A1 (MASON THOMAS K [US]) 18 septembre 2014 (2014-09-18) alinéas [0011], [0042], [0095]; revendications 4,5,6,17,18; figures 1,2,16	1-12
A	US 7 481 385 B2 (NARAYAN SUNDAR [CA] ET AL) 27 janvier 2009 (2009-01-27) cité dans la demande le document en entier	1-12
A	EP 2 418 075 A2 (ROELL WILHELM [DE]; HEINZ ULLRICH [DE]) 15 février 2012 (2012-02-15) alinéas [0017], [0026], [0029], [0030], [0031]; revendications 1,12,15,16; figure 1	1-12

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ 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
2 janvier 2018	16/01/2018

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	Pöllmann, Klaus

1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/EP2017/080107

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2014259895 A1	18-09-2014	AUCUN	
US 7481385 B2	27-01-2009	CA 2416402 A1	15-07-2004
		JP 4487268 B2	23-06-2010
		JP 2006518396 A	10-08-2006
		KR 20050089806 A	08-09-2005
		US 2006108459 A1	25-05-2006
		WO 2004063649 A1	29-07-2004
EP 2418075 A2	15-02-2012	DE 102010036920 A1	09-02-2012
		EP 2418075 A2	15-02-2012