

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 13.07.22.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 19.01.24 Bulletin 24/03.

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

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : CIBB (CONSTRUCTION INNOVA-
TION BOIS BETON) Société par actions simplifiée —
FR.

72 Inventeur(s) : FAUVRE Serge, FEHR Pierre, GRUN-
NAGEL Rémy et HERRMANN Charles.

73 Titulaire(s) : CIBB (CONSTRUCTION INNOVATION
BOIS BETON) Société par actions simplifiée.

74 Mandataire(s) : Cabinet Laurent & Charras.

54 PROCÉDE DE FABRICATION D'UN PANNEAU ISOLANT OPTIMISÉ, PANNEAU ISOLANT ET STRUCTURE
ISOLANTE COMPORTANT UN TEL PANNEAU.

57 L'invention concerne un procédé de fabrication d'un
panneau isolant à base de paille de céréales, caractérisé en
ce qu'il comprend les étapes :

a) broyer mécaniquement et tamiser la paille pour obte-
nir une paille défibrée dont les brins présentent une lon-
gueur moyenne comprise entre 3 mm et 11 mm et dont le
diamètre moyen est compris entre 0,5 mm et 2,5 mm,

b) utiliser un mélangeur et mélanger la paille défibrée
avec un matériau liant avec une proportion en masse com-
prise et 3 % et 25 % et de préférence comprise entre 4 % et
10 %,

c) injecter de l'air comprimé dans le mélange pour ho-
mogénéiser ledit mélange,

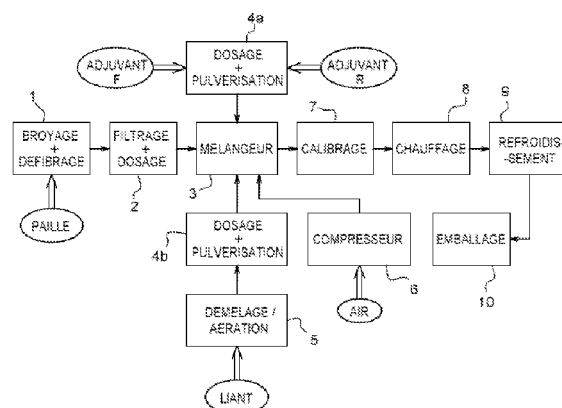
d) chauffer et calibrer en longueur et en largeur le pan-
neau isolant,

e) calibrer en épaisseur le matériau constitutif du pan-
neau isolant,

f) chauffer le panneau isolant pour le porter à une tem-
pérature d'au moins 90°C et de préférence comprise entre
110°C et 150°C, dans toute l'épaisseur dudit panneau iso-
lant et pendant une durée d'au moins 3 mn,

g) refroidir le panneau isolant jusqu'à la température am-
biente, et

h) emballer le panneau isolant.
Figure pour l'abrégé: Fig1.



Description

Titre de l'invention : PROCEDE DE FABRICATION D'UN PANNEAU ISOLANT OPITIMISE, PANNEAU ISOLANT ET STRUCTURE ISOLANTE COMPORTANT UN TEL PANNEAU

Domaine technique

- [0001] La présente invention se rapporte au domaine technique général des matériaux isolants utilisés dans le bâtiment. Ces matériaux isolants sont en général destinés à recouvrir une paroi d'un mur ou d'un toit pour réaliser une isolation thermique et phonique. Ces matériaux isolants par exemple sous forme de panneaux isolants rigides ou semi-rigides peuvent aussi être intégrés à des structures modulaires préfabriquées en bois ou en béton.
- [0002] Ces matériaux isolants doivent également être conformes à des normes nationales et/ou européennes et disposer d'un classement au feu.
- [0003] Il est de plus en plus demandé dans les cahiers des charges des appels d'offres publics ou privés, en France et dans d'autres pays, d'utiliser des matériaux isolants biosourcés, présentant une empreinte écologique la plus faible possible. Ces matériaux isolants sont par exemple fabriqués avec des matières brutes renouvelables et recyclables, du genre fibres de bois, ouate de cellulose, fibres textiles, liège expansé, chanvre, laine de mouton ou autres matières biosourcées.
- [0004] On entend par « matériaux biosourcés » des matériaux issus de la matière organique renouvelable (biomasse) d'origine végétale ou animale.
- [0005] L'invention concerne plus particulièrement la fabrication de tels matériaux isolants sous forme de panneaux isolants.

Technique antérieure

- [0006] On connaît par exemple l'utilisation de la paille de céréales pour isoler un mur ou pour fabriquer un tel mur avec des bottes de pailles. Ces dernières doivent alors être associées à des éléments du genre parement pour obtenir les performances de résistance au feu, d'étanchéité à l'eau et à l'air réglementaires. Ces sous-ensembles présentent généralement des épaisseurs de mur supérieures à ceux obtenus avec des matériaux isolants non biosourcés afin de compenser leur valeur de conductivité thermique (λ - λ) très moyenne ou médiocre.
- [0007] Il faut noter par ailleurs que la plupart des matériaux isolants biosourcés connus ne sont pas adaptés ou autorisés, étant donné leurs performances de retard au feu limitées, pour des bâtiments comportant plus que trois étages.
- [0008] L'utilisation actuelle de la paille comme matériau isolant présente de nombreux inconvénients. Parmi ces inconvénients, on peut citer la limitation aux bâtiments à trois

étages maximum, l'encombrement des bottes de paille, la génération importante de poussières et de débris, l'accroissement du poids de l'ouvrage vu l'épaisseur de la matière isolante, la nécessité d'y adjoindre non biosourcé comme une plaque de gypse ou la laine de roche, n'est pas disponible en tant que produit de masse fabriqué industriellement.

Présentation de l'invention

- [0009] L'objet de l'invention vise par conséquent à pallier les inconvénients de l'art antérieur en proposant un nouveau procédé de fabrication de panneaux isolants à partir d'une matière brute écologique, renouvelable, recyclable et disponible quasiment dans toutes les campagnes.
- [0010] Un autre objet de l'invention vise à proposer un procédé de fabrication de panneaux isolants, facile à mettre en œuvre et économique.
- [0011] Un autre objet de l'invention vise à fournir des panneaux isolants présentant d'excellentes performances de retard au feu, d'isolation thermique et d'isolation phonique.
- [0012] Un autre objet de l'invention vise à fournir des panneaux isolants présentant des propriétés et des performances suffisantes pour permettre leur utilisation dans des bâtiments comportant plus que trois étages.
- [0013] Un autre objet de l'invention vise à fournir des éléments modulaires préfabriqués isolants, présentant d'excellents performances de retard au feu et d'isolation thermique et phonique.
- [0014] Les objets assignés à l'invention sont atteints à l'aide d'un procédé de fabrication d'un panneau isolant à base de paille de céréales, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes :
- a) broyer mécaniquement la paille pour obtenir une paille défibrée dont les brins présentent une longueur moyenne comprise entre 3 mm et 22 mm et de préférence comprise entre 3 mm et 11 mm et dont le diamètre moyen est compris entre 0,5 mm et 4,0 mm et de préférence compris entre 0,5 mm et 2,5 mm,
 - b) utiliser un mélangeur et mélanger la paille défibrée avec un matériau liant introduit dans le mélangeur avec une proportion en masse comprise et 3 % et 25 % et de préférence comprise entre 4 % et 10 % par rapport à la masse totale du mélange,
 - c) injecter de l'air comprimé dans le mélange pour homogénéiser ledit mélange,
 - d) chauffer et calibrer en longueur et en largeur le mélange,
 - e) calibrer en épaisseur le mélange pour former le panneau isolant,
 - f) poursuivre le chauffage du mélange ou du panneau isolant pour le porter ou le maintenir à une température d'au moins 90°C et de préférence comprise entre 110°C et 150°C, dans toute l'épaisseur dudit panneau isolant sur une durée d'au moins 3 mn,

- g) refroidir le panneau isolant jusqu'à une température ambiante ou à une température proche de la température ambiante, et
- h) emballer le panneau isolant.

- [0015] Selon un exemple de mise en œuvre, le procédé consiste sous l'étape a) à utiliser au moins un broyeur pour déchiqueter et broyer la paille en balles, ledit au moins un broyeur comportant des outils de déchiquetage / broyage réglables pour définir les propriétés de formes et de dimensions des brins de paille défibrée obtenue, lesdits outils comprenant en série des couteaux et des marteaux.
- [0016] Selon un exemple de mise en œuvre, le procédé consiste sous les étapes b), c) et d) à utiliser au moins un mélangeur du genre cylindre rotatif, associé en aval, à une cage de chute et chauffer le mélange dans ladite cage de chute.
- [0017] Selon un exemple de mise en œuvre, le procédé consiste filtrer la paille défibrée obtenue sous a) pour évacuer des poussières et autres impuretés à hauteur d'une proportion en masse d'au moins 2 % et de préférence d'au moins 5% à 10 % de la paille défibrée.
- [0018] Selon un exemple de mise en œuvre, le procédé consiste sous l'étape e) à exercer une pression linéaire sur le panneau isolant en formation, par l'intermédiaire d'un rouleau de compression.
- [0019] Alternativement, il possible d'utiliser des bandes de pression, un moule ou un maillage en inox, pour effectuer le calibrage en épaisseur du panneau isolant.
- [0020] A titre d'exemple, le matériau liant comprend un liant bi-composant thermofusible choisi parmi les bi-composants comprenant des fibres biopolymères polylactique du genre PLA/Co-PLA, PLA/PBS obtenues à partir de céréales.
- [0021] Selon un autre exemple, le matériau liant comprend un liant bi-composant thermofusible comprenant des fibres de Polyester/Polyéthylène, Polyester/PBT.
- [0022] Selon un exemple de mise en œuvre, le procédé consiste à mélanger le matériau liant, ou le mélange la paille défibrée et le matériau liant, avec un ou plusieurs adjuvants comprenant un produit fongicide avec une proportion en masse par rapport à la masse totale des produits mélangés, comprise entre 1 % et 11 %.
- [0023] A titre d'exemple, les adjuvants comprennent un produit retardateur au feu avec une proportion en masse par rapport à la masse totale des produits mélangés, comprise entre 24 % et 72 %.
- [0024] A titre d'exemple, le produit retardateur au feu est choisi parmi des produits géosourcés.
- [0025] Selon un exemple, le produit retardateur au feu est sous forme visqueuse ou liquide et comprend un géopolymère du genre métakaolin.
- [0026] Selon un exemple de mise en œuvre, le procédé comprend une opération de démêlage et d'aération du matériau liant au préalable de l'étape b).

- [0027] Selon un exemple de mise en œuvre, le procédé comprend une étape d'application sur au moins une face du panneau isolant, d'un revêtement retardateur au feu ou ignifuge, lequel présente une épaisseur d'au moins 0,5 mm.
- [0028] Les objets assignés à l'invention sont également atteints avec un panneau isolant comportant un premier panneau obtenu par le procédé de fabrication tel que présenté ci-dessus et sur lequel est collé un panneau additionnel retardateur au feu.
- [0029] Les objets assignés à l'invention sont également atteints avec panneau isolant comportant un premier panneau obtenu par le procédé de fabrication tel que présenté ci-dessus, et sur lequel est collé un panneau additionnel retardateur au feu, le panneau additionnel étant également obtenu par le procédé de fabrication tel que présenté ci-dessus, avec un produit retardateur au feu présentant une proportion en masse par rapport à la masse totale des produits mélangés supérieure à 49%.
- [0030] Les objets assignés à l'invention sont également atteints avec une structure modulaire préfabriquée en bois ou mixte en béton - bois pour réaliser une paroi ou un mur ou pour recouvrir un mur d'un bâtiment, côté extérieur ou côté intérieur, caractérisée en ce qu'elle comprend au moins un panneau isolant fabriqué selon le procédé tel que présenté ci-dessus.
- [0031] Le procédé de fabrication conforme à l'invention procure l'avantage remarquable que les panneaux isolants obtenus présentent une très grande homogénéité et ce dans toute leur épaisseur. Le procédé conforme à l'invention permet en effet de chauffer le cœur des panneaux isolants de manière suffisante pour obtenir une polymérisation complète et homogène dans toute l'épaisseur desdits panneaux isolants. Cela permet d'améliorer leurs performances en termes d'isolation thermique et phonique dudit panneau ainsi que la solidité desdits panneaux dans la durée.
- [0032] Un autre avantage du procédé conforme à l'invention réside dans l'obtention de panneaux isolants dont le classement à la réaction au feu leur permet d'être adaptées pour répondre aux diverses normes et législations en vigueur.
- [0033] Les panneaux isolants obtenus à l'aide du procédé conforme à l'invention présentent par ailleurs des performances remarquables. En effet, ces panneaux présentent un coefficient de conductivité thermique λ de 0,038, ce qui est remarquable, sachant que le coefficient de conduction thermique est compris entre 0,052 et 0,080 pour la paille, compris entre 0,037 et 0,044 pour le liège expansé et compris entre 0,037 et 0,042 pour la ouate de cellulose.
- [0034] Le procédé conforme à l'invention permet d'obtenir des panneaux isolants dont la manipulation et le stockage sont grandement facilités. Les panneaux isolants présentent en effet un poids et un encombrement réduits comparativement notamment à des bottes de paille.

Breve description des figures

- [0035] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description qui va suivre, faite en référence au dessin annexé, donné à titre d'exemple non limitatif, dans lequel :
- [0036] [Fig.1] La [Fig.1] est une vue schématique d'un logigramme d'un exemple de mise en œuvre du procédé de fabrication conforme à l'invention,
- [0037] [Fig.2] La [Fig.2] est une vue schématique d'un logigramme d'un autre exemple de mise en œuvre du procédé de fabrication conforme à l'invention,
- [0038] [Fig.3] la [Fig.3] est une vue schématique d'un logigramme d'une variante de l'exemple de mise en œuvre illustré à la [Fig.2],
- [0039] [Fig.4] La [Fig.4] une vue schématique d'un logigramme d'un exemple additionnel de mise en œuvre du procédé de fabrication conforme à l'invention, et
- [0040] [Fig.5] La [Fig.5] une vue schématique d'un logigramme d'un autre exemple additionnel de mise en œuvre du procédé de fabrication conforme à l'invention.

Description détaillée de l'invention

- [0041] Les éléments structurellement et fonctionnellement identiques présents sur plusieurs figures distinctes, sont affectés d'une même référence numérique ou alphanumérique.
- [0042] La [Fig.1] est une illustration d'un exemple d'installation permettant de mettre en œuvre le procédé de fabrication de panneaux isolants à partir de paille de céréales, du genre blé, orge, avoine, colza, miscanthus, paille de riz ou divers mélanges de ces dernières.
- [0043] L'installation comprend une unité de broyage 1 permettant de transformer par déchiquetage et par broyage, la paille brute en paille défibrée.
- [0044] L'unité de broyage et de défibrage 1 comprend avantageusement des outils permettant de couper et d'éclater les brins de paille. A titre d'exemple, l'unité de broyage et de défibrage 1 comprend deux broyeurs associés en série. Le premier broyeur comporte par exemple des outils de coupe des brins de paille, du genre couteaux. Le second broyeur comporte par exemple des outils d'éclatement des brins de paille, du genre marteaux.
- [0045] Par paille défibrée, il convient d'entendre une paille comprenant des brins coupés et éclatés de longueur moyenne comprise entre comprise entre 3 mm et 22 mm et dont le diamètre moyen est compris entre 0,5 mm et 4,0 mm. A titre préférentiel, les brins de paille défibrés présentent une longueur moyenne comprise entre 3 mm et 11 mm et un diamètre moyen compris entre 0,5 mm et 2,5 mm
- [0046] Le diamètre moyen doit être compris comme étant la dimension la plus grande du brin de paille, prise dans un plan orthogonal à la direction longitudinale dudit brin A titre d'exemple, une paille défibrée comprend de 29 % à 33 % de brins présentant une

longueur moyenne de 9,633 mm avec un diamètre moyen supérieur à 2 mm, de 32 % à 37 % de brins présentant une longueur moyenne de 6,951 mm avec un diamètre moyen supérieur à 1 mm et de 16 % à 20 % de brins présentant une longueur moyenne de 3,960 mm avec un diamètre moyen supérieur à 0,5 mm.

- [0047] Le restant de cet échantillonnage est considéré comme étant de la poussière, laquelle est de préférence évacuée par filtration à l'aide d'une unité de filtration / dosage 2
- [0048] La [Fig.1] illustre, à l'aide d'un logigramme, un exemple de mise en œuvre d'un procédé de fabrication d'un matériau isolant en vrac à partir de paille de céréales, du genre blé, orge, avoine, colza, miscanthus, paille de riz ou divers mélanges de ces dernières.
- [0049] L'installation comprend une unité de broyage et de défibrage 1 permettant de transformer par déchiquetage et par broyage, la paille brute en paille défibrée.
- [0050] Par paille défibrée, il convient d'entendre de préférence une paille comprenant des brins, non homogènes, de longueur moyenne comprise entre 3 mm et 11 mm et dont le diamètre moyen est compris entre 0,5 mm et 2,5 mm.
- [0051] Le diamètre moyen doit être compris comme étant la dimension la plus grande du brin de paille, prise dans un plan orthogonal à la direction longitudinale dudit brin.
- [0052] A titre d'exemple, une paille défibrée comprend de 29 % à 33 % de brins présentant une longueur moyenne de 9,633 mm avec un diamètre moyen supérieur à 2 mm, de 32 % à 37 % de brins présentant une longueur moyenne de 6,951 mm avec un diamètre moyen supérieur à 1 mm et de 16 % à 20 % de brins présentant une longueur moyenne de 3,960 mm avec un diamètre moyen supérieur à 0,5 mm.
- [0053] Le restant de cet exemple d'échantillonnage est considéré comme étant de la poussière, laquelle est de préférence évacuée par filtration à l'aide d'une unité de filtration / dosage 2.
- [0054] Le procédé est par exemple mis en œuvre à l'aide d'une installation illustrée schématiquement avec le logigramme de la [Fig.1].
- [0055] L'installation comprend une unité de broyage / déchiquetage 1 alimentée en paille par exemple conditionnée en balles. L'unité de broyage / déchiquetage 1 comprend par exemple deux broyeurs en série, lesquels peuvent comporter des outils de broyage présentant des formes ou des réglages spécifiques.
- [0056] Les broyeurs comportent avantageusement des outils de déchiquetage / broyage réglables pour définir les paramètres de formes et de dimensions des brins de la paille défibrée.
- [0057] Selon un autre exemple de réalisation de l'installation, l'unité de broyage et de défibration 1 comprend des couteaux pour couper les brins de paille et des marteaux pour éclater lesdits brins. Dans le cadre de la mise en œuvre du déchiquetage et du broyage de la paille, il peut être prévu un ou plusieurs passages dans l'unité de broyage et de

défibration 1. Le nombre de passages dépend de la morphologie (forme, longueur et diamètre) recherchée pour les brins de paille défibrée. On obtient ainsi une paille défibrée, en sortie de l'unité de broyage et de défibration 1, composée de brins optimisés dimensionnellement et en formes, pour favoriser leur mélange avec un matériau liant d'une part et pour améliorer les propriétés d'isolation thermique, d'isolation phonique et mécaniques du matériau isolant solide obtenu d'autre part.

[0058] Selon un exemple de réalisation, l'installation comprend également une unité de filtrage et de dosage 2 laquelle alimente directement un mélangeur 3.

[0059] L'opération de filtrage est effectuée par exemple grâce à l'utilisation par exemple d'un tamis vibrant et/ou à l'aide d'un séparateur cyclonique. Ce dernier peut avantageusement être utilisé pour transférer la paille défibrée vers le mélangeur 3. Le filtrage permet de séparer la paille défibrée de poussières et autres impuretés par gravité ou par filtrage cyclonique.

[0060] Le mélangeur 3 comporte par exemple au moins un mélangeur du genre cylindre rotatif associé en aval à une cage de chute.

[0061] L'installation comprend également une première unité de dosage et de pulvérisation 4a pour alimenter le mélangeur 3 avec des adjuvants. Ces derniers comprennent au moins un adjuvant fongicide F. Ces adjuvants peuvent également comprendre un adjuvant retardateur au feu R.

[0062] L'installation comprend également une seconde unité de dosage et de pulvérisation 4b pour alimenter le mélangeur 3 avec de le matériau liant.

[0063] L'installation comprend avantageusement une unité de démêlage et d'aération 5 pour décompacter le matériau liant avant son dosage et sa pulvérisation dans le mélangeur 3. L'unité de démêlage et d'aération 5 comprend par exemple un système de cardage de manière à séparer les fibres constitutives du matériau liant.

[0064] L'installation comprend également un compresseur 6 pour injecter de l'air comprimée dans le mélangeur 3, favorisant ainsi l'homogénéisation et l'aération du mélange.

[0065] L'installation comprend également une unité de formatage et de calibrage 7 du matériau isolant en sortie du mélangeur 3. Cette unité de formatage et de calibrage 7 permet, par exemple par moulage, de réaliser la forme en dimensions et en épaisseur du panneau isolant.

[0066] L'installation comprend également une unité de chauffage 8 pour chauffer le mélange et/ou le panneau isolant dans toute son épaisseur et obtenir ainsi la réticulation du matériau liant et par conséquent la rigidification dudit panneau isolant.

[0067] L'installation comprend également une unité de refroidissement 9 du panneau isolant en sortie de l'unité de chauffage. Cette unité de refroidissement 9 peut être constituée, à titre d'exemple, d'un convoyeur à l'air ambiant, amenant le panneau isolant à une

unité d'emballage 10. L'unité de refroidissement 9 peut également comprendre une zone de stockage intermédiaire, pour la durée nécessaire au refroidissement du panneau isolant.

- [0068] La [Fig.2] est une vue schématique d'un logigramme d'un autre exemple de mise en œuvre du procédé de fabrication du panneau isolant. L'installation à cet effet comprend une unité de collage 11, laquelle permet en aval de l'unité de refroidissement 9, de coller sur le panneau isolant rigidifié, un panneau additionnel rigide retardateur au feu. Ce panneau additionnel est par exemple réalisé avec des matériaux connus, par exemple à base de plâtre ou autres.
- [0069] Selon un autre exemple de mise en œuvre du procédé, le panneau additionnel est également obtenu par le procédé de fabrication conforme à l'invention. Le produit retardateur au feu présente alors avantageusement une proportion en masse par rapport à la masse totale des produits mélangés supérieure à 49%. Ce panneau additionnel présente alors une densité plus grande et une épaisseur plus faible que le premier panneau isolant rigidifié. On obtient ainsi un assemblage présentant d'excellentes propriétés d'isolation thermique et phonique ainsi que des bonnes performances de retard au feu.
- [0070] La [Fig.3] est une vue schématique d'un logigramme d'un autre exemple de mise en œuvre du procédé de fabrication du panneau isolant. L'installation comprend à cet effet une unité d'application 12, laquelle permet en aval de l'unité de refroidissement 9, de revêtir le panneau isolant rigidifié, avec un revêtement ignifuge ou retardateur au feu. Ce revêtement est par exemple réalisé avec un produit retardateur au feu connu.
- [0071] Le panneau isolant est alors placé dans une unité de séchage 13 avant d'être convoyé vers l'unité d'emballage 10.
- [0072] La [Fig.4] est un logigramme illustrant un exemple additionnel de mise en œuvre du procédé de fabrication conforme à l'invention. A cet effet, l'installation pour mettre en œuvre le procédé comprend une unité de mélange complémentaire et de chauffage 7a en sortie du mélangeur 3. L'unité de mélange complémentaire et de chauffage 7a comporte avantageusement une cage de chute dans laquelle est injecté un air préchauffé à une température comprise entre 90°C et 150 °C. On obtient ainsi une fusion au moins partielle des fibres bi-composantes thermofusibles lors de cette opération de mélange complémentaire.
- [0073] Selon un autre exemple de mise en œuvre, il est possible d'utiliser des lampes à infra-rouge et/ou un air chauffé par des résistances électriques pour chauffer le mélange dans la cage de chute.
- [0074] En aval de la cage de chute, l'installation comporte une unité de calibrage et de chauffage 8a sous forme de moule chauffant, dans lequel est transféré par gravité ou par convoyage, le mélange issu de ladite cage de chute. L'opération de chauffage se

poursuit ainsi pendant le calibrage en forme et en épaisseur du panneau isolant avant l'opération de refroidissement. Ce chauffage, se poursuivant durant la phase de formage/moulage/calibrage du mélange, permet un maintien en température et par conséquent d'obtenir une réticulation optimale du matériau liant.

- [0075] Alternativement, l'étape f) est mise en œuvre à l'aide d'un système produisant un air chauffé, lequel est injecté sous pression dans le panneau isolant formé.
- [0076] Le chauffage du mélange permet d'obtenir la réticulation du matériau liant, lequel forme alors un réseau rigide tridimensionnel dans lequel les brins de paille défibrée et les fibres du matériau liant sont liés ensembles. Du fait de la configuration coupée et éclatée des brins de paille défibrée, ces derniers sont également fixés mécaniquement dans ledit réseau rigide de matériau liant réticulé.
- [0077] La [Fig.5] une vue schématique d'un logigramme d'un autre exemple additionnel de mise en œuvre du procédé de fabrication conforme à l'invention. Dans cet exemple de mise en œuvre, l'installation comprend en série un premier mélangeur 3a et un second mélangeur 3b.
- [0078] La paille défibrée, en sortie du l'unité de filtration et de dosage 2 est acheminée dans le premier mélangeur 3a de même que le matériau liant en sortie de la seconde unité de dosage et de pulvérisation 4b.
- [0079] En fonction de caractéristiques spécifiques recherchées pour le panneau isolant, un mélange A préparé dans le premier mélangeur 3a, avec l'ajout le cas échéant d'un adjuvant fongicide F est acheminé vers l'unité de formatage et de calibrage 7 (flèche A).
- [0080] En fonction d'autres caractéristiques spécifiques recherchées pour le panneau isolant, le mélange A préparé dans le premier mélangeur 3a, avec l'ajout le cas échéant d'un adjuvant fongicide F est acheminé vers le second mélangeur 3b (flèche B). Une unité de dosage pulvérisation complémentaire 4c peut alors injecter un adjuvant retardateur au feu R dans le second mélangeur 3b. On obtient ainsi un mélange B qui sera acheminé vers l'unité de formatage final et de calibration 7. Le mélange B conduira alors à la réalisation d'un panneau isolant présentant des propriétés « retardateur au feu » plus ou moins marquées, en fonction de la nature et de la proportion en masse de l'adjuvant retardateur au feu utilisées.
- [0081] Le matériau isolant sous forme de panneau est donc fabriqué selon le procédé de fabrication conforme à l'invention et détaillé ci-après.
- [0082] Le procédé de fabrication du matériau isolant à base de paille de céréales, comprend une étape a) consistant à broyer mécaniquement la paille pour obtenir une paille défibrée dont les brins présentent préférentiellement une longueur moyenne comprise entre 3 mm et 11 mm et dont le diamètre moyen est compris entre 0,5 mm et 2,5 mm.
- [0083] Avantagusement, le procédé consiste à filtrer la paille défibrée obtenue sous a) pour

évacuer des poussières et autres impuretés à hauteur d'une proportion en masse d'au moins 2 % et de préférence de 5% à 10 % de la paille défibrée. La séparation des résidus indésirables et poussières ou autres matières affectant les performances du matériau isolant peut donc se faire par gravité en utilisant un tamis, par exemple vibrant ou à l'aide d'un filtrage cyclonique. Cette filtration et séparation permet de manière avantageuse de réduire le risque d'explosion, lié à la concentration de poussière dans l'air sur les sites de fabrication.

- [0084] Selon un étape b) on utilise le mélangeur 3 et on mélange la paille défibrée avec un matériau liant, introduit dans le mélangeur 3 par exemple par pulvérisation, avec une proportion en masse comprise et 3 % et 25 % et de préférence comprise entre 4 % et 10 % par rapport à la masse totale du mélange.
- [0085] Selon un exemple de mise en œuvre avantageux, le procédé comprend une opération de démêlage et d'aération du matériau liant bi-composant au préalable de l'étape b). Cette préparation du matériau comprend est par exemple une opération de cardage. Cette phase de démêlage et d'aération peut par exemple être effectuée à part ou directement dans le mélangeur 3 avant l'introduction du matériau liant.
- [0086] La paille défibrée est ensuite introduite à son tour dans le mélangeur 3 après le matériau liant.
- [0087] Selon un étape c), on injecte de l'air comprimé dans le mélangeur 3a et le cas échéant dans le mélangeur 3b pour homogénéiser ledit mélange.
- [0088] Ensuite, selon une étape d), on chauffe et on calibre le mélange, pour lui donner la longueur et la largeur souhaitées. La phase de chauffage débute avantageusement dans la cage de chute. Le calibrage en longueur et en largeur du mélange / panneau isolant se fait avantageusement dans un moule ou un gabarit.
- [0089] Le chauffage du mélange dans la cage de chute permet d'obtenir un foisonnement du mélange, c'est-à-dire une augmentation de son volume, favorisant la diffusion de l'air chaud dans tout le mélange.
- [0090] Selon une étape suivante e), on calibre en épaisseur le mélange. A titre d'exemple, on exerce une pression linéaire sur le panneau isolant en formation, par l'intermédiaire d'un rouleau de compression pour effectuer le calibrage en épaisseur.
- [0091] Selon un étape f), on poursuit le chauffage du mélange ou du le panneau isolant dans un moule ou gabarit pour le porter ou le maintenir à une température d'au moins 90°C et de préférence comprise entre 110°C et 150°C, dans toute l'épaisseur dudit panneau isolant sur une durée d'au moins 3 mn.
- [0092] Ensuite, selon une étape g), on refroidit le panneau isolant jusqu'à une température ambiante ou à une température proche de la température ambiante.
- [0093] Finalement on procède, selon une étape h), à l'emballage du panneau isolant.
- [0094] Selon un autre exemple de mise en œuvre des étapes d), e) et f), on procède au

préalable de la phase de chauffage au calibrage en longueur, en largeur et en épaisseur du mélange, pour former, de préférence dans un moule ou un gabarit, le panneau isolant. L'air chaud est alors injecté sous pressions dans le panneau isolant déjà formé pour aboutir à la réticulation du matériau liant.

- [0095] La durée de la ou des opérations de mélange dépend du dimensionnement de l'installation et notamment du mélangeur 3.
- [0096] Selon un exemple de mise en œuvre, le procédé consiste sous l'étape a), à utiliser au moins un broyeur pour déchiqueter et broyer la paille en balles, ledit au moins un broyeur comportant des outils de déchiquetage / broyage réglables pour définir les propriétés de formes et de dimensions des brins de paille défibrée obtenue.
- [0097] Les mélangeurs 3, 3a et 3b sont avantageusement des cylindres rotatifs suivis en aval d'une cage de chute.
- [0098] Selon un exemple de mise en œuvre, le matériau liant comprend un liant comprenant des fibres bi-composantes thermofusibles, des fibres de Polyester/Polyéthylène, Polyester/PBT. Ces fibres bi-composantes thermofusibles présentent avantageusement un point de fusion bas d'environ 110°C.
- [0099] Selon un autre exemple de mise en œuvre, le matériau liant comprend des fibres biopolymères polylactique du genre PLA/Co-PLA, PLA/PBS obtenues à partir de céréales. Ces fibres bi-composantes thermofusibles présentent avantageusement un point de fusion bas entre 130°C et 164°C.
- [0100] Selon un exemple de mise en œuvre, le procédé consiste à mélanger le matériau liant, ou le mélange la paille défibrée et le matériau liant, avec un ou plusieurs adjuvants comprenant un produit fongicide avec une proportion en masse par rapport à la masse totale des produits mélangés, comprise entre 1 % et 11 %.
- [0101] Selon un autre exemple de mise en œuvre, les adjuvants comprennent un produit retardateur au feu avec une proportion en masse par rapport à la masse totale des produits mélangés, comprise entre 24 % et 72 %.
- [0102] Selon un autre exemple de mise en œuvre, le produit retardateur au feu comprend un géopolymère sous forme visqueuse ou liquide. A titre d'exemple, on peut citer le métakaolin.
- [0103] Selon un exemple de mise en œuvre, le procédé comprend une étape d'application sur au moins une face du panneau isolant, d'un revêtement retardateur au feu ou ignifuge, lequel présente une épaisseur d'au moins 0,5 mm.
- [0104] L'invention concerne aussi un panneau isolant composite comprenant un panneau isolant obtenu selon le procédé de fabrication détaillé ci-dessus et sur lequel est collé un panneau additionnel retardateur au feu.
- [0105] L'invention concerne également une structure modulaire préfabriquée en bois pour réaliser une paroi ou un mur ou pour recouvrir un mur d'un bâtiment, côté extérieur ou

côté intérieur. Une telle structure comprend au moins un panneau isolant obtenu selon le procédé de fabrication détaillé ci-dessus.

[0106] L'invention concerne également une structure modulaire préfabriquée mixte en bois et béton pour réaliser une paroi ou un mur ou pour recouvrir un mur d'un bâtiment, côté extérieur ou côté intérieur. Une telle structure comprend au moins un panneau isolant obtenu selon le procédé de fabrication détaillé ci-dessus.

[0107] A titre d'exemple, le procédé conforme à l'invention permet de fabriquer un panneau isolant semi-rigide présentant une masse volumique comprise entre 50 kg/m³ et 70 kg/m³ après refroidissement.

[0108] Il est évident que la présente description ne se limite pas aux exemples explicitement décrits, mais comprend également d'autres modes de réalisation et de mise en œuvre. Ainsi, une caractéristique technique décrite, ou une étape de procédé décrite, peut être remplacée par une caractéristique technique équivalente, respectivement une étape équivalente, sans sortir du cadre de la présente invention tel que défini par les revendications.

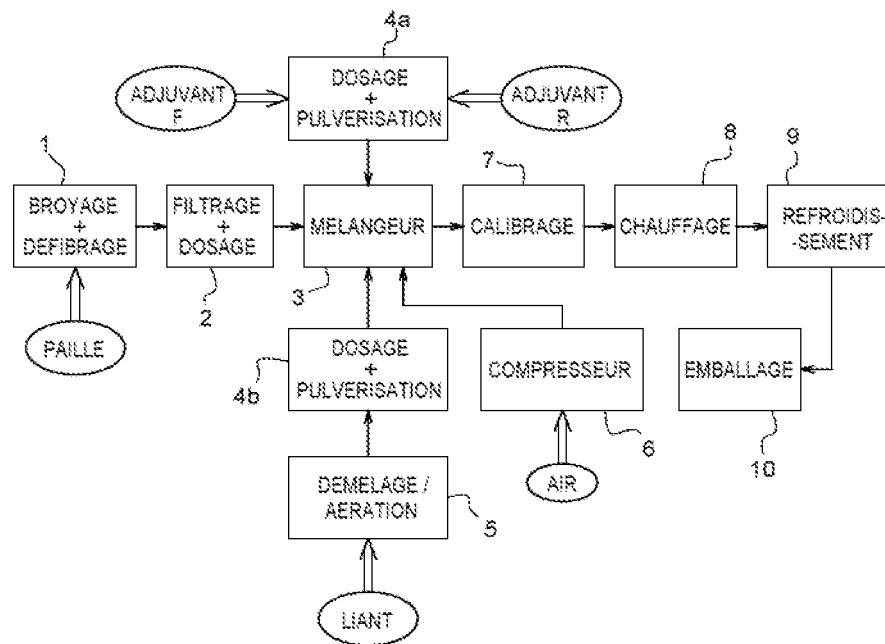
Revendications

- [Revendication 1] Procédé de fabrication d'un panneau isolant à base de paille de céréales, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes :
- a) broyer mécaniquement la paille pour obtenir une paille défibrée dont les brins présentent une longueur moyenne comprise entre 3 mm et 22 mm et de préférence comprise entre 3 mm et 11 mm et dont le diamètre moyen est compris entre 0,5 mm et 4,0 mm et de préférence compris entre 0,5 mm et 2,5 mm,
 - b) utiliser un mélangeur (3) et mélanger la paille défibrée avec un matériau liant introduit dans le mélangeur (3) avec une proportion en masse comprise entre 3 % et 25 % et de préférence comprise entre 4 % et 10 % par rapport à la masse totale du mélange,
 - c) injecter de l'air comprimé dans le mélange pour homogénéiser ledit mélange,
 - d) chauffer et calibrer en longueur et en largeur le mélange,
 - e) calibrer en épaisseur le mélange pour former le panneau isolant,
 - f) poursuivre le chauffage du mélange ou du panneau isolant pour le porter ou le maintenir à une température d'au moins 90°C et de préférence comprise entre 110°C et 150°C, dans toute l'épaisseur dudit panneau isolant sur une durée d'au moins 3 mn,
 - g) refroidir le panneau isolant jusqu'à une température ambiante ou à une température proche de la température ambiante, et
 - h) emballer le panneau isolant.
- [Revendication 2] Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste sous l'étape a) à utiliser au moins un broyeur pour déchiqueter et broyer la paille en balles, ledit au moins un broyeur comportant des outils de déchiquetage / broyage réglables pour définir les propriétés de formes et de dimensions des brins de paille défibrée obtenue, lesdits outils comprenant en série des couteaux et des marteaux.
- [Revendication 3] Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il consiste sous les étapes b), c) et d) à utiliser au moins un mélangeur (3) du genre cylindre rotatif, associé en aval, à une cage de chute et chauffer le mélange dans ladite cage de chute.
- [Revendication 4] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il consiste à filtrer la paille défibrée obtenue sous a) pour évacuer des poussières et autres impuretés à hauteur d'une proportion en masse d'au moins 2 % et de préférence d'au moins 5% à 10 % de la paille

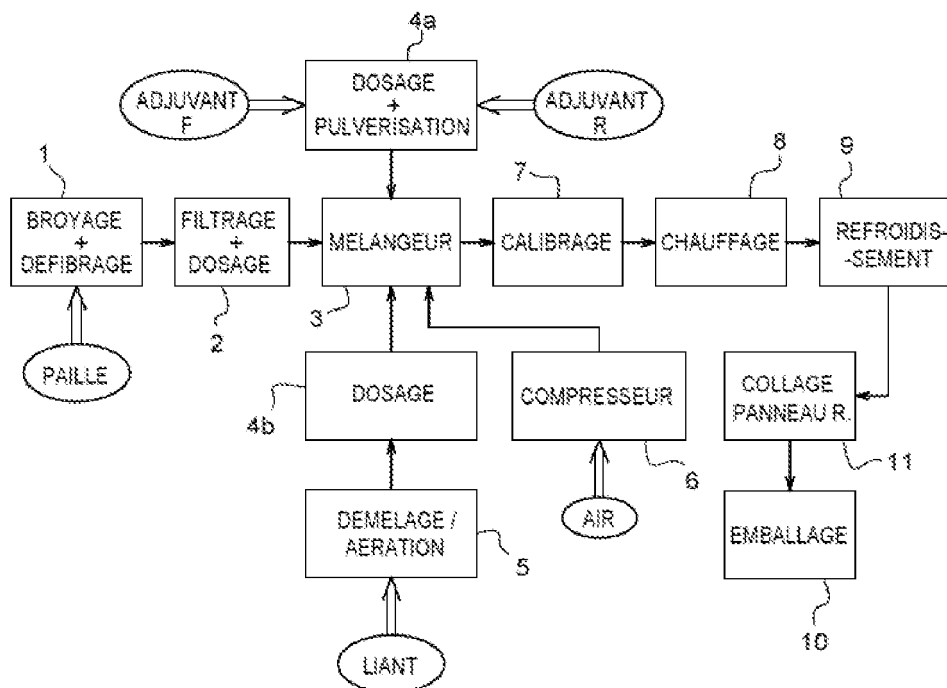
- défibrée.
- [Revendication 5] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il consiste sous l'étape e) à exercer une pression linéaire sur le panneau isolant en formation, par l'intermédiaire d'un rouleau de compression, de bandes de pression, d'un moule ou d'un maillage en inox, pour effectuer le calibrage en épaisseur.
- [Revendication 6] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le matériau liant comprend un liant bi-composant thermofusible choisi parmi les bi-composants comprenant des fibres biopolymères polylactique du genre PLA/Co-PLA, PLA/PBS obtenues à partir de céréales.
- [Revendication 7] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le matériau liant comprend un liant bi-composant thermofusible comprenant des fibres de Polyester/Polyéthylène, Polyester/PBT.
- [Revendication 8] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il consiste à mélanger le matériau liant, ou le mélange la paille défibrée et le matériau liant, avec un ou plusieurs adjuvants comprenant un produit fongicide avec une proportion en masse par rapport à la masse totale des produits mélangés, comprise entre 1 % et 11 %.
- [Revendication 9] Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que les adjuvants comprennent un produit retardateur au feu avec une proportion en masse par rapport à la masse totale des produits mélangés, comprise entre 24 % et 72 %.
- [Revendication 10] Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que le produit retardateur au feu est choisi parmi des produits d'une famille de produits géosourcés.
- [Revendication 11] Procédé selon la revendication 9 ou 10, caractérisé en ce que le produit retardateur au feu est sous forme visqueuse ou liquide et comprend un géopolymère du genre métakaolin.
- [Revendication 12] Procédé selon la revendication 6 ou 7, caractérisé en ce qu'il comprend une opération de démêlage et d'aération du matériau liant au préalable de l'étape b).
- [Revendication 13] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce qu'il comprend une étape d'application sur au moins une face du panneau isolant, d'un revêtement retardateur au feu ou ignifuge, lequel présente une épaisseur d'au moins 0,5 mm.
- [Revendication 14] Panneau isolant composite comportant un premier panneau obtenu par le procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, et sur lequel est collé un panneau additionnel retardateur au feu.

- [Revendication 15] Panneau isolant comportant un premier panneau obtenu par le procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, et sur lequel est collé un panneau additionnel retardateur au feu, lequel panneau additionnel étant également obtenu par le procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 1 à 12 avec un produit retardateur au feu présentant une proportion en masse par rapport à la masse totale des produits mélangés supérieure à 49%.
- [Revendication 16] Structure modulaire préfabriquée en bois ou mixte en béton - bois pour réaliser une paroi ou un mur ou pour recouvrir un mur d'un bâtiment, côté extérieur ou côté intérieur, caractérisée en ce qu'elle comprend au moins un panneau isolant fabriqué selon le procédé conforme à l'une quelconques des revendications 1 à 13.

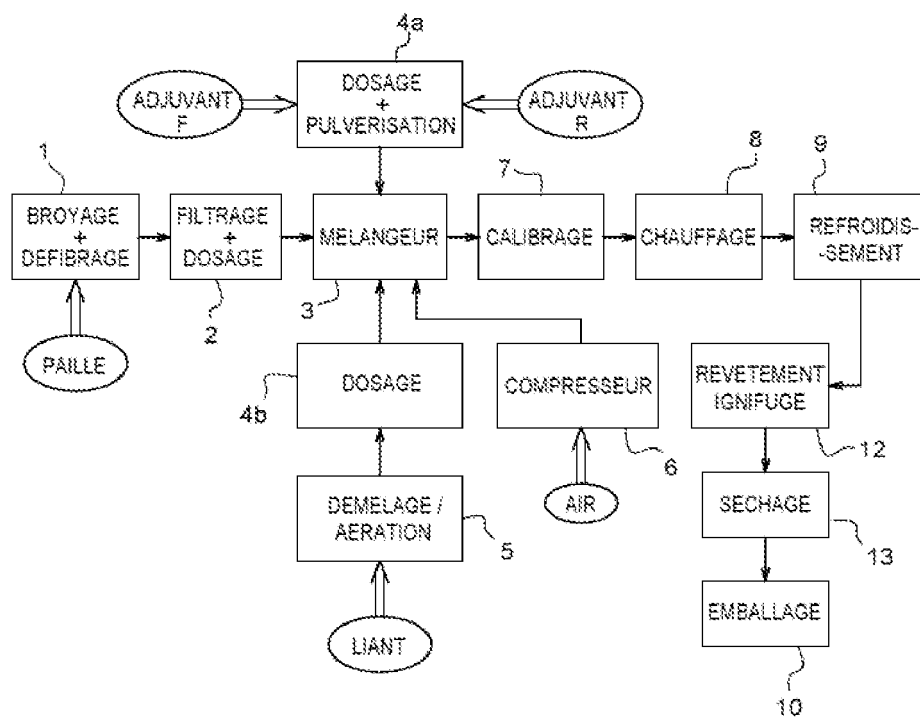
[Fig. 1]



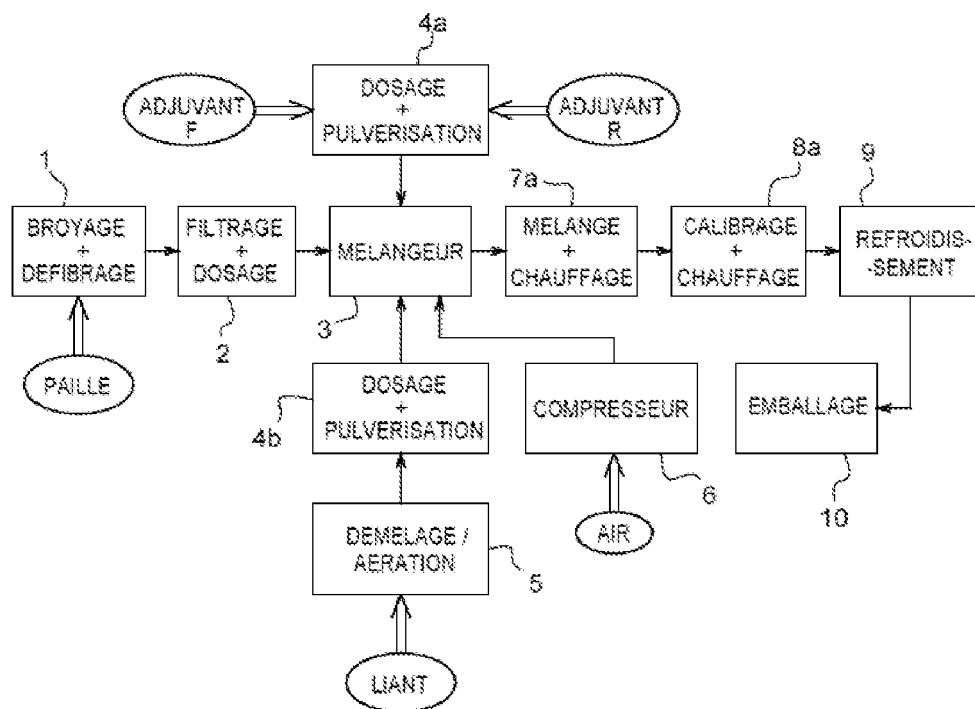
[Fig. 2]



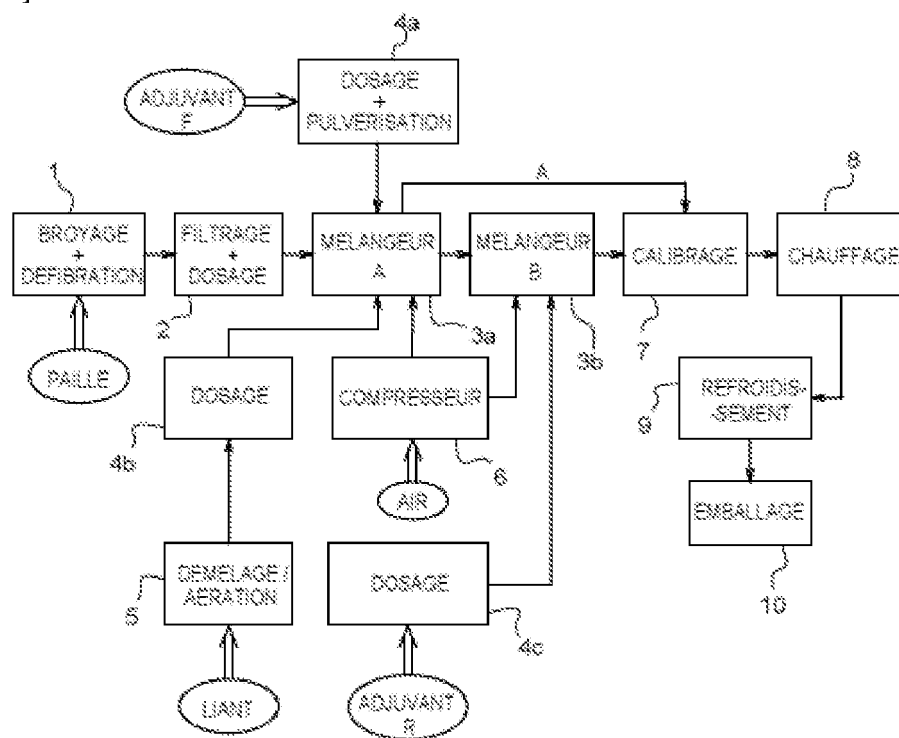
[Fig. 3]



[Fig. 4]



[Fig. 5]



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 909361
FR 2207254

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	WO 2018/018079 A1 (AMPAN NATURALLY PTY LTD [AU]) 1 février 2018 (2018-02-01)	1-5, 7,	E04C2/284
Y	* pages 2-5 *	12, 14-16	E04B1/88
		6, 8-11,	E04B1/94
		13	

Y	FR 2 990 221 A1 (LANCIAUX BENJAMIN [FR]) 8 novembre 2013 (2013-11-08)	6, 13	
	* pages 3, 4 *		

Y	WO 2016/095627 A1 (SHANGHAI ZHENSEN WOOD WORKING MACHINERY CO LTD [CN]) 23 juin 2016 (2016-06-23)	8-11	
	* alinéas [0022] - [0029] *		

A	US 2002/162298 A1 (CHURCHILL CHRISTOPHER S [US] ET AL) 7 novembre 2002 (2002-11-07)	1-16	
	* alinéas [0025] - [0030] *		

			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			E04C
			B27N
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
13 février 2023		Saretta, Guido	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE **RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2207254 FA 909361**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
 Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **13-02-2023**
 Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2018018079 A1	01-02-2018	AU 2016208261 A1 WO 2018018079 A1	08-02-2018 01-02-2018
FR 2990221 A1	08-11-2013	AUCUN	
WO 2016095627 A1	23-06-2016	CN 104526832 A EP 3233403 A1 JP 2017535463 A US 2018015637 A1 WO 2016095627 A1	22-04-2015 25-10-2017 30-11-2017 18-01-2018 23-06-2016
US 2002162298 A1	07-11-2002	US 2002162298 A1 US 2005258561 A1	07-11-2002 24-11-2005