



(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43)

Date de publication:  
12.06.2024 Bulletin 2024/24

(51)

Classification Internationale des Brevets (IPC):  
D04H 1/425 (2012.01) D04H 1/541 (2012.01)  
D04H 1/544 (2012.01) E04B 1/76 (2006.01)

(21)

Numéro de dépôt: 23213836.2

(52)

Classification Coopérative des Brevets (CPC):  
D04H 1/425; D04H 1/5412; D04H 1/544;  
E04B 1/80; E04B 2001/7687

(22)

Date de dépôt: 01.12.2023

(84)

Etats contractants désignés:  
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL  
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR  
Etats d'extension désignés:  
BA  
Etats de validation désignés:  
KH MA MD TN

(71)

Demandeur: SAINT-GOBAIN ISOVER  
92400 Courbevoie (FR)

(72)

Inventeurs:  
• DUPRE, Blaise  
92400 COURBEVOIE (FR)  
• RIAMON, Quentin  
92400 COURVEBOIE (FR)

(30)

Priorité: 05.12.2022 FR 2212791

(74)

Mandataire: Ex Materia  
2, rue Hélène Boucher  
78280 Guyancourt (FR)

(54)

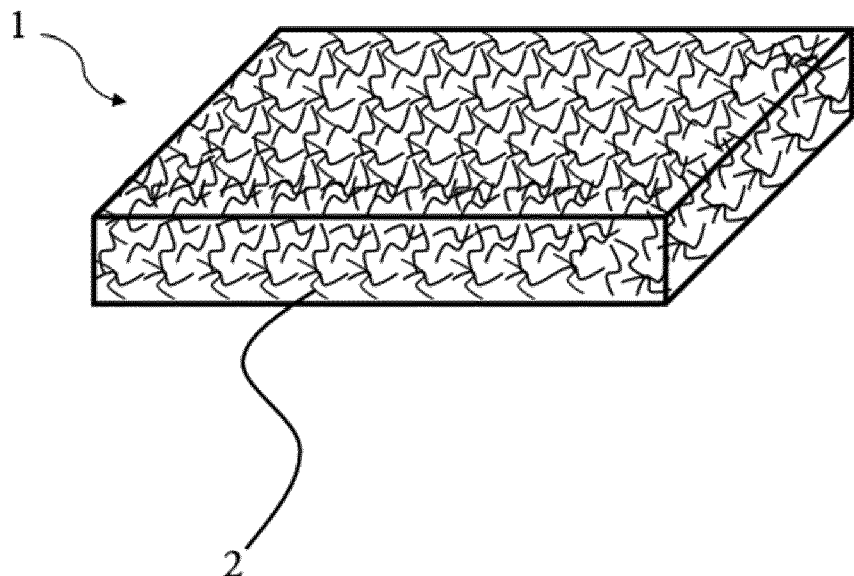
MATELAS DE FIBRES VÉGÉTALES À BASE DE PLANTES CÉRÉALIÈRES

(57)

La présente invention concerne un matelas de fibres végétales caractérisé en ce qu'il comporte des fibres végétales à base de plantes céréalières (2) solidarisées les unes avec les autres au moyen de fibres thermoliantes (3), les fibres thermoliantes (3) présentant un

décitex inférieur ou égal à 1,9 dtex, les fibres végétales (2) présentant une teneur en cellulose comprise entre 30 et 50kg.100kg<sup>-1</sup> de matière sèche et une teneur en lignine comprise entre 4,5 et 25kg.100kg<sup>-1</sup> de matière sèche.

Fig.1



## Description

**[0001]** La présente invention concerne le domaine des matériaux de construction, et plus particulièrement de matériaux de construction destinés à assurer l'isolation thermique et/ou acoustique.

**[0002]** Les matériaux de construction représentent une part importante de la consommation d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre. Parmi ces matériaux de construction, les matériaux destinés à l'isolation qui consomment le plus d'énergie sont les laines minérales. Les fabricants de matériaux de construction destinés à l'isolation cherchent à réduire l'impact écologique des matériaux d'isolation, notamment en cherchant de nouveaux matériaux d'isolation.

**[0003]** Parmi les choix retenus par ces derniers, les matériaux d'isolation formés par des matelas de fibres végétales apparaissent comme étant tout particulièrement pertinents. Notamment, des matelas isolants peuvent être formés avec des fibres de bois. Si ces matelas sont particulièrement efficaces, que ce soit pour des isolations pour l'intérieur ou pour l'extérieur des bâtiments, la disponibilité de la matière première est un problème. Les usines de défibrage et de réalisation des matériaux isolants doivent être localisés au plus proche des forêts pour s'inscrire dans un contexte d'économie circulaire et les forêts dans lesquelles il est possible de prélever du bois pour la réalisation de panneaux isolants sont épar-  
sées. Il est par ailleurs connu d'utiliser de la paille de riz pour former des matelas isolants à base de fibres végétales. Cependant, les caractéristiques de cette paille en termes de conductivité thermique ne sont pas optimales. En effet, les matelas en fibres de paille de riz existants présentent une valeur de conductivité thermique au mieux égale à 0,040 W/m/K à 20°C, ce qui fait de la paille de riz un matériau isolant dont l'utilisation pour l'isolation de bâtiments reste limitée, étant entendu qu'il est notamment recherché dans ces applications des matelas isolants présentant une valeur de conductivité thermique égale ou inférieure à 0,036 W/m/K à 20°C.

**[0004]** Par ailleurs, il est connu de lier ces fibres végétales par des fibres thermoliantes, qui assurent une tenue des fibres les unes par rapport aux autres une fois l'ensemble de ces fibres passé dans une étuve, mais l'utilisation de ces fibres thermoliantes, comportant des matériaux plastiques, doit être contrôlée pour faire en sorte que les panneaux de matériaux isolants produits soient des produits les plus biosourcés possibles.

**[0005]** La présente invention tient compte de ce triple contexte, à savoir de proposer un produit isolant qui s'inscrive dans un contexte d'économie circulaire, qui présente des faibles valeurs de conductivité thermique et qui soit le plus biosourcé possible.

**[0006]** La présente invention porte sur un matelas de fibres végétales caractérisé en ce qu'il comporte des fibres végétales à base de plantes céréalières solidarisées les unes avec les autres au moyen de fibres thermoliantes, les fibres thermoliantes présentant un décitex infé-

rieur ou égal à 1,9 dtex, les fibres végétales présentant une teneur en cellulose comprise entre 30 et 50kg. 100kg<sup>-1</sup> de matière sèche et une teneur en lignine comprise entre 4,5 et 25kg. 100kg<sup>-1</sup> de matière sèche.

**[0007]** Les fibres végétales présentes dans le matelas selon l'invention, c'est-à-dire un matelas destiné à la réalisation de panneaux isolants, et notamment de panneaux semi-rigides destinés à l'isolation intérieure des bâtiments, sont des fibres spécifiques de plantes lignocellulosiques céréalières.

**[0008]** La paille est un matériau lignocellulosique qui présente une image éco responsable et les inventeurs ont pu constater que ses caractéristiques techniques pouvaient être favorables à une application à des matelas de fibres végétales pour des panneaux isolants.

**[0009]** La paille est une matière première très abondante, notamment en France où l'on estime qu'environ 30 millions de tonnes sont produites chaque année. La paille est ainsi une ressource largement disponible et mobilisable du fait de sa production à l'échelle de l'ensemble du territoire métropolitain français mais également européen. Il en résulte que la réalisation de panneaux isolants utilisant des fibres végétales à base de plantes céréalières s'inscrit complètement dans une démarche d'économie circulaire puisqu'il est possible d'implanter des usines de défibrage et de fabrication de panneaux isolants dans des zones épar-  
sées du territoire et d'être au plus près des potentiels acheteurs.

**[0010]** Les fibres végétales sont solidarisées les unes aux autres au moyen de fibres thermoliantes. Ces fibres thermoliantes présentent un coeur rigide et une gaine, plus souple. Le coeur et la gaine présentent des températures de fusion distinctes. Plus précisément le coeur présente une température de fusion supérieure à la température de fusion de la gaine. Le mélange de fibres thermoliantes et de fibres végétales est destiné à être chauffé en étuve à une température telle que la gaine fond et se lie avec les fibres végétales adjacentes au contact de la gaine tandis que la structure du coeur n'est pas altérée. On comprend que les fibres thermoliantes assurent d'une part la solidarisation des fibres végétales les unes avec les autres au moyen de la gaine, et d'autre part un rôle mécanique en offrant une résistance mécanique au matelas de fibres végétales au moyen du coeur, rigide. Ces fibres thermoliantes sont mélangées avec les fibres végétales dans un pourcentage suffisant pour obtenir une adhérence convenable des fibres végétales les unes avec les autres mais suffisamment faible pour ne pas limiter les propriétés isolantes du matelas de fibres végétales.

**[0011]** Le décitex des fibres thermoliantes est un paramètre connu qui définit la finesse desdites fibres thermoliantes. Il convient de noter que ce paramètre définit la finesse des fibres thermoliantes avant que celles-ci soient passées en étuve et qu'elles soient partiellement fondues. Le décitex des fibres thermoliantes est ainsi à mesurer préalablement au mélange des fibres végétales et des fibres thermoliantes, ou à tout le moins préalable-

ment au passage en étuve du mélange.

**[0012]** Plus précisément, les inventeurs ont mis en évidence que, dans un contexte où il est recherché d'utiliser un maximum d'éléments biosourcés, les fibres thermoliantes avec un décitex faible permet de réduire la masse de fibres thermoliantes par rapport à la masse du matelas de fibres végétales, sans limiter pour autant la tenue des fibres végétales les unes par rapport aux autres grâce à ces fibres thermoliantes et donc en s'assurant que des ponts thermiques ne sont pas créés entre les fibres végétales et ne dégradent pas les propriétés d'isolation thermique.

**[0013]** Cette diminution est possible par une meilleure homogénéisation du mélange de fibres végétales et de fibres thermoliantes. En effet, les fibres thermoliantes présentant un décitex faible sont plus fines, pour une même longueur de fibres, que les fibres thermoliantes présentant un décitex plus élevé. Il en résulte que les fibres thermoliantes mélangées avec les fibres végétales arrivent à mieux s'insérer entre des fibres végétales voisines et donc à mieux se répartir sur tout le volume du matelas de fibres végétales. Pour des mêmes performances thermiques, il est dans ce contexte possible de diminuer le pourcentage de fibres thermoliantes nécessaires et d'améliorer le taux de composants biosourcés au sein du produit fini.

**[0014]** Les inventeurs ont ainsi pu déterminer par des tests appropriés que le mélange de fibres végétales à base de plantes céréalières et de fibres thermoliantes avec un décitex plus bas qu'à l'accoutumé, et notamment inférieur ou égal à 1,9, permet la réalisation d'un matelas à haute teneur de produits biosourcés et particulièrement adapté à l'isolation de bâtiments, et notamment à l'isolation intérieure de ces bâtiments. Notamment, le matelas de fibres végétales conforme à l'invention présente une conductivité thermique inférieure à 40 mW/m/K à 20°C.

**[0015]** La teneur en lignine et en cellulose de ces fibres végétales est mesurée à partir de matière sèche. La matière sèche qui est ici considérée est obtenue en faisant sécher les plantes céréalières à partir desquelles sont obtenues les fibres végétales dans une étuve ventilée. Dans cette étuve ventilée les plantes céréalières sont chauffées à environ 105°C jusqu'à l'obtention d'une masse constante dans l'étuve. Cette masse constante est communément appelée masse de référence et les taux de cellulose, lignine et d'autres composants sont exprimés à partir de cette masse de référence. Il convient de noter que l'étuve dont il est question ici est une étuve distincte de l'étuve permettant de chauffer le mélange de fibres thermoliantes et de fibres végétales au sein du matelas.

**[0016]** Les inventeurs ont pu constater par le biais de tests appropriés que des fibres végétales qui présentent des teneurs en lignine et des teneurs en cellulose telles qu'évoquées sont particulièrement adaptés à leur utilisation au sein de matelas de fibres végétales pour des produits d'isolation. Le matelas de fibres végétales selon

l'invention peut être obtenu au moyen de différentes plantes céréalières telles que, par exemple, l'avoine, le blé, le seigle, l'orge ou encore le riz.

**[0017]** Selon une caractéristique de l'invention, les fibres thermoliantes présentent un décitex inférieur ou égal à 1,7 dtex.

**[0018]** Selon une caractéristique de l'invention, les fibres thermoliantes présentent un décitex inférieur ou égal à 1,5 dtex. A partir de cette valeur, les procédés à mettre en oeuvre pour obtenir des fibres thermoliantes aussi fines sont complexes, mais les inventeurs ont pu noter que la conductivité thermique d'un matériau isolant utilisant des fibres thermoliantes aussi fines est réduite et peut tendre vers des valeurs de conductivité thermique de l'ordre de 36 à 38 mW/m/K à 20°C.

**[0019]** Selon une caractéristique de l'invention, le matelas de fibres de paille comprend au plus de 15% de fibres thermoliantes.

**[0020]** Selon une caractéristique de l'invention, le matelas de fibres de paille comprend entre 2% et 8% de fibres thermoliantes. On comprend ici que le pourcentage en question est un pourcentage massique par rapport à la masse du matelas de fibres de paille considéré.

**[0021]** Selon une caractéristique de l'invention, les fibres végétales ont une teneur en cellulose comprise entre 30,9 et 42,3 kg.100kg<sup>-1</sup> de matière sèche et en lignine comprise entre 12,2 et 21,6 kg.100kg<sup>-1</sup> de matière sèche. Les inventeurs ont pu mettre en évidence que les fibres végétales provenant plus particulièrement de paille de blé, d'orge, de maïs ou encore d'avoine présentaient des caractéristiques, en termes de structure, plus intéressantes pour obtenir un matelas de fibres végétales conforme à l'invention dont la conductivité thermique est basse. Plus particulièrement, ces fibres végétales présentent des teneurs, notamment en lignine, offrant un bon compromis entre des fibres de bois très ligneuses et très courtes et des fibres de paille de riz telles qu'elles ont été précédemment évoquées, avec des caractéristiques d'isolation non optimales et une disponibilité moins grande que celle du blé, de l'orge, du maïs ou de l'avoine.

**[0022]** Ces paramètres sont, notamment, obtenus par des fibres végétales issues de paille de blé, disponible en quantité importante et sur l'ensemble du territoire, ce qui permet d'assurer une production locale avec des usines situées au plus près des zones de prélèvement de la matière première. Il est à noter que le matelas de fibres végétales peut être formé d'un mélange de fibres végétales de deux espèces végétales distinctes, dès lors que ces dernières présentent des caractéristiques en termes de teneur en lignine et de teneur en cellulose conformes à l'invention.

**[0023]** Selon une caractéristique de l'invention, au moins 60% des fibres végétales présentent un diamètre inférieur ou égal à 300µm.

**[0024]** Selon une caractéristique de l'invention, au moins 75% des fibres végétales présentent un diamètre inférieur à 300µm.

**[0025]** Selon une caractéristique de l'invention, au

moins 55% des fibres végétales présentent un diamètre inférieur à 200 $\mu$ m.

**[0026]** Selon une caractéristique de l'invention, au moins 50% des fibres végétales présentent un diamètre compris entre 100 $\mu$ m et 300 $\mu$ m.

**[0027]** Les inventeurs ont pu constater que la valeur de conductivité thermique d'un matelas de fibres végétales à base de plantes céréalières tel que fait l'objet de la présente invention était d'autant plus basse, et donc intéressante dans une application à de l'isolation de bâtiments, lorsque la granulométrie des fibres végétales présentes dans le matelas était conforme à certaines valeurs. Il est notamment recherché pour obtenir les valeurs de conductivité thermique souhaitées, au moins inférieures à 0,040 W/m/K, d'avoir au moins 60% des fibres végétales présentant un diamètre inférieur ou égal à 300 microns. La grande quantité de fibres végétales fines qui résulte de cette granulométrie permet une bonne conductivité thermique du produit fini, notamment du fait de la finesse moyenne de la fibre végétale et du fait de l'homogénéité de finesse entre les fibres végétales et les fibres thermoliantes.

**[0028]** Le fait d'avoir une homogénéité entre la finesse des fibres thermoliantes, c'est-à-dire des fibres thermoliantes avec un décitex bas, et la finesse des fibres végétales permet un bon mélange de l'ensemble des fibres, étant entendu qu'une distribution non homogène favorise des amas locaux de fibres thermoliantes qui implique une absence de ces fibres thermoliantes dans d'autres zones du matelas et donc des fibres végétales susceptibles d'être au contact l'une de l'autre et de créer un pont thermique mauvais pour la valeur de conductivité thermique du produit fini.

**[0029]** Il convient de noter que la caractéristique de diamètre des fibres végétales est particulièrement considérée mais qu'il est possible que ces caractéristiques soient combinées avec d'autres caractéristiques relatives à la dimension des fibres végétales, comme leur longueur.

**[0030]** Selon une caractéristique de l'invention, au moins 60% des fibres végétales présentent une longueur inférieure ou égale à 5mm.

**[0031]** Selon une caractéristique de l'invention, au moins 40% des fibres végétales présentent une longueur inférieure à 2mm.

**[0032]** Selon une caractéristique de l'invention, le matelas de fibres végétales présente une épaisseur supérieure à 20 mm.

**[0033]** Selon une caractéristique de l'invention, le matelas de fibres végétales présente une épaisseur d'au moins 40 mm.

**[0034]** L'épaisseur du matelas de fibres végétales qui est ici à considérer est l'épaisseur nominale du matelas, c'est-à-dire l'épaisseur qui peut être constatée par l'utilisateur lors de l'utilisation qui est faite du produit à des fins d'isolation d'un bâtiment notamment.

**[0035]** Conformément à des pratiques connues de l'art antérieur, le matelas de fibres végétales selon l'invention

est obtenu par le passage dans une étuve, configurée à une température de cuisson déterminée, d'un tapis de fibres végétales, constitué au préalable, le cas échéant sur un dispositif convoyeur dirigeant le tapis de fibres végétale vers l'étuve, par un mélange de fibres végétales enchevêtrées les unes avec les autres, et d'éléments liants destinés à lier les fibres végétales entre elles lors du passage de l'étuve.

**[0036]** L'épaisseur nominale peut notamment être mesurée après conditionnement, par exemple lors de l'achat du produit. À titre d'exemple, l'épaisseur nominale telle qu'évoquée cidessus est constatée après différentes étapes successives du procédé de fabrication industriel lors de la mise en oeuvre du produit, ces étapes pouvant comprendre après le passage en étuve du tapis de fibres de paille, la découpe, par exemple, en panneaux de dimensions appropriées, la compression ultérieure du matelas de fibres de paille obtenu après le passage en étuve lors de l'emballage, l'emballage et le stockage avant commercialisation.

**[0037]** Selon une caractéristique de l'invention, le matelas de fibres végétales présente une densité volumique comprise entre 20kg.m<sup>-3</sup> et 80kg.m<sup>-3</sup>.

**[0038]** Selon une caractéristique de l'invention, les fibres thermoliantes présentent une longueur de 6 mm.

**[0039]** Selon une caractéristique de l'invention, les fibres thermoliantes comprennent au moins du polyéthylène.

**[0040]** Selon une caractéristique de l'invention, le matelas de fibres végétales présente une conductivité thermique inférieure ou égale à 40 mW/m/K à 20°C. Plus particulièrement, le matelas de fibres végétales peut présenter une conductivité thermique inférieure ou égale à 37 mW/m/K à 20°C. Ainsi, assemblée en panneaux destinés à assurer l'isolation, notamment dans la construction, la paille présente une conductivité thermique intéressante pour en faire un matériau de construction destiné à l'isolation.

**[0041]** D'autres caractéristiques, détails et avantages de l'invention ressortiront plus clairement à la lecture de la description qui suit d'une part, et d'exemples de réalisation donnés à titre indicatif et non limitatif en référence aux dessins schématiques annexés d'autre part, sur lesquels :

[Fig.1] représente schématiquement une vue générale d'un matelas de fibres végétales conforme à la présente invention ;

[Fig.2] représente un tableau illustrant une distribution des fibres végétales dans le matelas de fibres végétales selon leurs longueurs pour de la paille de blé ;

[Fig.3] représente un tableau illustrant la distribution des fibres végétales dans le matelas de fibres végétales selon leurs longueurs pour de la paille de riz ;

[Fig.4] représente un tableau illustrant la distribution des fibres végétales dans le matelas de fibres végétales selon leurs diamètres pour de la paille de blé ;

[Fig.5] représente un tableau illustrant la distribution des fibres végétales dans le matelas de fibres végétales selon leurs diamètres pour de la paille de riz ;

[Fig.6] représente une vue locale des fibres végétales et des fibres thermoliantes présents au sein du matelas de fibres végétales représenté par la figure 1.

**[0042]** Il faut tout d'abord noter que si les figures exposent l'invention de manière détaillée pour sa mise en oeuvre, ces figures peuvent bien entendu servir à mieux définir l'invention, le cas échéant. Il est également à noter que ces figures n'exposent que des exemples de réalisation de l'invention.

**[0043]** Les caractéristiques, les variantes et les différentes formes de réalisation de l'invention peuvent être associées les unes avec les autres, selon diverses combinaisons, dans la mesure où elles ne sont pas incompatibles ou exclusives les unes des autres. On pourra notamment imaginer des variantes de l'invention ne comprenant qu'une sélection de caractéristiques décrites par la suite de manière isolées des autres caractéristiques décrites, si cette sélection de caractéristiques est suffisante pour conférer un avantage technique ou pour différencier l'invention par rapport à l'état de la technique.

**[0044]** Sur les figures, les éléments communs à plusieurs figures conservent la même référence.

**[0045]** La figure 1 représente un matelas de fibres végétales 1 conforme à la présente invention. Le matelas de fibres végétales 1 est formé d'une pluralité de fibres végétales 2 enchevêtrées les unes avec les autres. Dans le mode de réalisation représenté, ces fibres végétales 2 sont des fibres de paille, et plus spécifiquement des fibres de paille de blé.

**[0046]** Les fibres végétales 2 utilisées pour la fabrication du matelas de fibres végétales 1 sont obtenues après le passage dans une unité de défibrage de résidus de plantes céréalières. Plus précisément, ces résidus représentent les tiges et/ou les feuilles après moisson de ces plantes céréalières, également appelées céréales à paille. Ces céréales à paille peuvent être du blé, de l'orge, de l'avoine, du maïs, du sorgho, du riz ou encore du seigle. Dans le mode de réalisation représenté, les fibres végétales 2 sont issues, tel qu'évoqué précédemment, de pailles de blé. La paille de blé présente notamment l'avantage d'être disponible en grande quantité.

**[0047]** En outre, cette paille de blé présente, à l'instar d'autres plantes d'intérêt telles que l'orge ou le maïs, une teneur en cellulose comprise entre 30 et 50 kg pour 100kg de matière sèche, communément écrit « kg.100kg<sup>-1</sup> MS », et une teneur en lignine comprise entre 4,5 et 25kg. 100.kg<sup>-1</sup> MS. Les inventeurs ont pu, au moyen de tests adaptés, relever que les fibres végétales issues de ces

plantes d'intérêt présentent une structure permettant d'obtenir des matelas de fibres végétales 1 dont les propriétés isolantes sont optimales.

**[0048]** Plus spécifiquement, les inventeurs ont pu déterminer que les plantes céréalières qui présentent des caractéristiques structurales proche de la paille de blé étaient idéales pour fournir des fibres végétales 2 apte à former un matelas de fibres végétales 1 dont les propriétés isolantes sont optimales. Ces plantes céréalières présentaient une teneur en cellulose comprise entre 30,9 et 42,3kg.100kg<sup>-1</sup> de matière sèche et une teneur en lignine comprise entre 12,2 et 21,6kg.100kg<sup>-1</sup> de matière sèche.

**[0049]** L'unité de fibrage est un dispositif permettant de former des fibres végétales 2 à partir de résidus de paille de blé. Ces résidus de paille de blé peuvent être présents sous formes de balles rectangulaires ou rondes ou encore de vrac entreposés. En outre, et tel que l'illustrent les figures 2 et 4, l'unité de fibrage est avantageusement configurée pour obtenir des fibres de paille de blé dont le diamètre médian est d'environ 180µm et la longueur médiane des fibres de paille de blé est de 3500µm.

**[0050]** Les figures 2 à 5 permettent de mettre en évidence des différences structurales qui ont pu être constatées par les inventeurs dans le cas d'une réalisation d'un matelas de fibres de paille de riz (figures 3 et 5) et un matelas de fibres végétales 1 conforme à l'invention, ici réalisé avec des fibres de paille de blé (figures 2 et 4).

**[0051]** Les figures 2 et 4 illustrent la répartition des fibres de pailles de blé au sein d'un matelas de fibres végétales 1 conforme à l'invention, pour un échantillon de dimensions données, et pour lequel il a pu être attesté qu'il assure une conductivité thermique inférieure à 40 mW/m/K. Les figures 3 et 5 illustrent la répartition équivalente des fibres de pailles de riz au sein d'un échantillon de matelas de fibres de dimensions équivalentes, et pour lequel il a pu être attesté qu'il ne peut proposer au mieux qu'une conductivité thermique égale à 40 mW/m/K.

**[0052]** Plus spécifiquement, la figure 2 illustre la distribution cumulative DC des fibres en fonction de leur longueur LF.

**[0053]** Chaque valeur de distribution cumulative DC illustre le pourcentage de fibres, au sein d'un échantillon donné, qui ont une longueur inférieure à une dimension donnée. À titre d'exemple, la figure 2 illustre, dans une première case C1, que 10% des fibres présentes dans un échantillon donné d'un matelas de fibre selon l'invention ont une longueur LF inférieure ou égale à 700µm. Et dans une deuxième case C2, on peut constater que 18% des fibres présentes dans ce même échantillon donné d'un matelas de fibre selon l'invention ont une longueur LF inférieure ou égale à 1000µm. On peut déduire de ces deux valeurs que 8% des fibres présentes dans cet échantillon ont une longueur LF comprise entre 700µm et 1000µm, les 10% de fibres dont la longueur LF est inférieure ou égale à 700µm faisant partie des 18% de fibres dont la longueur LF est inférieure ou égale

à 1000 $\mu$ m.

**[0054]** Ainsi, les tests qui ont pu être faits par les inventeurs sur cet échantillon montrent, en étudiant les valeurs de la distribution cumulative DC, qu'au moins 40% des fibres formant un matelas de fibres végétales 1 conforme à l'invention présentent une longueur d'au plus 2000 $\mu$ m. De surcroît, il est à noter que, tel que visible sur la figure 2, 73% des fibres présentent une longueur LF d'au plus 5000 $\mu$ m.

**[0055]** En réalisant des tests sur d'autres types de pailles présentant des teneurs en lignite et en cellulose conformes à ce qui a été évoqués précédemment, et notamment sur des pailles d'orge, les inventeurs ont pu constater qu'un matelas de fibres de paille conforme à l'invention peut comprendre au moins 60% de fibres dont la longueur est inférieure ou égale à 5000 $\mu$ m.

**[0056]** La figure 2 permet également de mettre en évidence des plages de valeurs de dimensions de fibres, ici leur longueur, les plus représentées au sein du matelas de fibres végétales 1. Plus spécifiquement, l'accroissement de la distribution cumulative DC entre une première longueur de fibre LF donnée, par exemple  $\leq 2000\mu\text{m}$ , une deuxième longueur de fibre LF donnée, par exemple  $\leq 5000\mu\text{m}$ , et une troisième longueur de fibre LF donnée, par exemple  $\leq 7000\mu\text{m}$ , permet de mettre en évidence le fait que qu'il y a plus fibres de paille de blé qui présentent une longueur comprise entre 2000 $\mu$ m et 5000 $\mu$ m, sachant qu'elles représentent environ 33% de la masse totale de fibres végétales présentes dans le matelas, que de fibres de paille de blé qui présentent une longueur comprise entre 5000 $\mu$ m et 7000 $\mu$ m, sachant qu'elles représentent environ 10% de la masse totale de fibres végétales présentes dans le matelas.

**[0057]** La figure 3 illustre un tableau similaire à celui représenté par la figure 2 et permet par comparaison des valeurs présentes dans ces deux tableaux de mettre en évidence que les fibres de paille de riz présentent une longueur moyenne plus importante que les fibres de paille de blé qui sont présentes dans le matelas de fibres. On peut en effet constater que 40% des fibres de pailles de riz dans un échantillon donné présentent une longueur LF inférieure ou égale à 5000 $\mu$ m, là où 60% des fibres de pailles de blé, dans un échantillon équivalent, présentent une même longueur. La conductivité thermique du matelas de fibres de paille de riz dont l'analyse a donné ce tableau de la figure 3 est plus élevée que celle du matelas de fibres de paille de blé dont l'analyse a donné le tableau de la figure 2.

**[0058]** Il résulte de l'analyse croisée des deux tableaux qui viennent d'être évoqués que la longueur des fibres LF a un impact sur la conductivité thermique, notamment parce que des fibres trop longues peuvent plus facilement entrer en contact avec des fibres voisines et créer un pont thermique.

**[0059]** Les figures 4 et 5 rendent compte des mêmes tests que ceux mis en valeur par les figures 2 et 3, cette fois en tenant compte du diamètre des fibres DF.

**[0060]** Chaque valeur de distribution cumulative DC

illustre le pourcentage de fibres, au sein d'un échantillon donné, qui ont un diamètre inférieur à une dimension donnée. Les valeurs réunies dans la figure 4 illustrent successivement que 5% des fibres présentes dans un échantillon donné d'un matelas de fibre selon l'invention ont un diamètre DF inférieur ou égal à 70 $\mu$ m, que 18% des fibres présentes dans cet échantillon ont un diamètre DF inférieur ou égal à 100 $\mu$ m, que 38% des fibres présentes dans un échantillon donné d'un matelas de fibre selon l'invention ont un diamètre DF inférieur ou égal à 150 $\mu$ m, que 55% des fibres présentes dans cet échantillon ont un diamètre DF inférieur ou égal à 200 $\mu$ m, et que 75% des fibres présentes dans cet échantillon ont un diamètre DF inférieur ou égal à 300 $\mu$ m.

**[0061]** Ainsi, les tests qui ont pu être faits par les inventeurs sur cet échantillon montrent, en étudiant les valeurs de la distribution cumulative DC, qu'au moins 75% des fibres végétales 2 issues de paille de blé présentent un diamètre inférieur ou égal à 300 $\mu$ m et au moins 55% des fibres présentent un diamètre DF inférieur ou égal à 200 $\mu$ m.

**[0062]** Là encore, il est à noter qu'en réalisant des tests sur d'autres types de pailles présentant des teneurs en lignite et en cellulose conformes à ce qui a été évoqués précédemment, et notamment sur des pailles d'orge, les inventeurs ont pu constater qu'un matelas de fibres de paille conforme à l'invention peut comprendre au moins 60% de fibres dont le diamètre DF est inférieur ou égal à 300 $\mu$ m et au moins 50% de fibres dont le diamètre DF est compris entre 100 $\mu$ m et 300 $\mu$ m.

**[0063]** La figure 5 représente, tel qu'évoqué précédemment la granulométrie d'un matelas de fibres végétales comportant des fibres de paille de riz, et dont la conductivité thermique est supérieure à 40 mW/m/K. Tel que visible sur cette figure 5, seulement 52% des fibres présentent un diamètre DF inférieur ou égal à 300 $\mu$ m. En d'autres termes, près d'une fibre sur deux présente un diamètre DF supérieur à 300 $\mu$ m.

**[0064]** Là encore, il résulte de l'analyse croisée des deux tableaux qui viennent d'être évoqués que le diamètre des fibres DF a un impact sur la conductivité thermique, notamment parce que des fibres végétales trop épaisses peuvent empêcher la présence de fibres thermoliantes entre elles et parce qu'elles peuvent de la sorte plus facilement entrer en contact avec des fibres végétales voisines et créer un pont thermique.

**[0065]** Tel qu'évoqué précédemment, le matelas de fibres de paille 1 est formé d'un enchevêtrement de fibres végétales 2. Ces fibres végétales 2 sont, tel que visible sur la figure 2, solidarisées les unes aux autres au moyen d'éléments liants par voie sèche. Ces éléments liants sont plus particulièrement formés par des fibres thermoliantes 3.

**[0066]** Le matelas de fibres de paille 1 est obtenu au moyen d'une installation de fabrication dans laquelle les fibres végétales 2 sont mélangées avec les fibres thermoliantes 3 de sorte à obtenir une teneur en fibres thermoliantes qui est inférieure à 15%, préférentiellement

comprise entre 2% et 8%, plus préférentiellement entre 2% et 5%.

**[0067]** Dans un mode de réalisation de l'invention, le mélange de fibres végétales 2 et de fibres thermoliantes 3, obtenu selon les teneurs qui viennent d'être évoquées, est soufflé dans une installation de fabrication puis aspiré contre un convoyeur au vu de former un tapis de fibres de paille. Ce tapis de fibres de paille est alors chauffé dans une étuve pour former le matelas de fibres de paille 1. Le matelas de fibres de paille peut être coupé en panneaux isolants de différentes tailles ou enroulé et compressé en vue d'être stocké.

**[0068]** Les fibres thermoliantes 3 sont formés d'un coeur 31 et d'une gaine 32. Le coeur 31 forme une partie rigide des fibres thermoliantes 3 participant à offrir au matelas de fibres de paille 1 une résistance mécanique, tandis que la gaine 32 assure la solidarisation des fibres végétales 2 les unes avec les autres. À cet effet, le coeur 31 et la gaine 32 présentent des températures de fusion différentes, et plus précisément la gaine 32 présente une température de fusion plus basse que le coeur 31.

**[0069]** Ainsi, lors du passage du tapis de fibres de paille dans une étuve pour obtenir un matelas de fibres de paille conforme à l'invention, la température au sein de l'étuve est telle que la gaine 32 fonde pour baigner les fibres végétales 2 adjacentes, l'ensemble se solidifiant en refroidissant en sortie de l'étuve de sorte à solidariser ces fibres de paille les unes avec les autres. Il est à noter que la température de fusion du coeur 31 est prévue pour que, malgré le passage dans l'étuve d'un tapis de fibres de paille constitué du mélange de fibres de paille et de liants, le coeur 31 conserve sa propriété rigide participant à assurer une résistance mécanique au matelas de fibres de paille 1 après étuve.

**[0070]** On comprend qu'au sein de l'étuve, les fibres végétales 2 et les fibres thermoliantes 3 sont chauffés de sorte que les fibres végétales 2 se solidarisent les unes avec les autres. Au moins le passage en étuve, et le cas échéant une compression ultérieure et un découpage avant conditionnement, transforme le tapis de fibres de paille en un matelas de fibres de paille conforme à l'invention.

**[0071]** Le matelas de fibres de paille présente une épaisseur d'au moins 20 mm et préférentiellement supérieure à 40 mm. Cette épaisseur est considérée après le passage du matelas de fibres de paille 1 dans l'étuve.

**[0072]** Dans le mode de réalisation représenté, la gaine 32 des fibres thermoliantes 3 est formée de polyéthylène et le coeur 31 est également formé de polyéthylène. Il convient de noter que dans un mode de réalisation alternatif le coeur 31 des fibres thermoliantes peut être formé d'un polyester, et plus précisément de polytéraphthalate d'éthylène. Le polyéthylène présente l'avantage de se lier facilement aux fibres végétales ce qui en fait un bon candidat pour former la gaine 32 des fibres thermoliantes.

**[0073]** Il convient de noter qu'il ne s'agit ici que d'un exemple de réalisation, le matelas de fibres de paille 1

pouvant être obtenu par une installation de fabrication différente, par exemple une installation de fabrication dans laquelle les fibres de lignocellulosiques 2 et les éléments liants 3 sont déposées mécaniquement sur un convoyeur puis dirigées vers une étuve de sorte à former le matelas de fibres de paille 1. Toutefois, la teneur du matelas de fibres de paille 1 en fibres thermoliantes 3 et la structure desdites fibres thermoliantes 3 restent identiques.

**[0074]** Les fibres thermoliantes sont caractérisées notamment par leur finesse. Cette finesse est exprimée en décitex, communément définie par la masse en grammes de dix mille mètres de cette fibre thermoliante 3. Selon l'invention, les fibres thermoliantes 3 présentent une finesse inférieure ou égale à 1,9dtex, préférentiellement inférieure ou égale à 1,7dtex, plus préférentiellement inférieure ou égale à 1,5dtex. Une telle finesse des fibres thermoliantes 3 permet une meilleure répartition de ces fibres thermoliantes au sein du matelas, entre les fibres végétales, ce qui est plus efficace pour l'encollage et la fixation de la position des fibres végétales les unes par rapport aux autres. On comprend que l'on peut s'assurer ainsi plus facilement du fait que les fibres végétales n'entrent pas en contact et ne forment pas de ponts thermiques. La meilleure répartition des fibres thermoliantes, résultant de la finesse de ces fibres telle qu'elle est mise en valeur selon l'invention, permet de limiter le rapport massique ou volumique d'éléments thermoliantes dans la masse ou le volume global(e) du produit isolant formé par le matelas de fibres végétales.

**[0075]** En outre, les fibres thermoliantes 3 présentent une longueur, en tenant compte des tolérances de fabrication, d'environ 6 mm, ce qui peut permettre, en complémentarité de la finesse précédemment évoquée, une meilleure répartition des fibres thermoliantes au sein du matelas de fibres de paille 1.

**[0076]** La finesse des fibres thermoliantes est ici particulièrement intéressante dans la mesure où elle est complémentaire de la finesse des fibres végétales, évoquée par le fait qu'au moins 60% des fibres végétales présentent un diamètre inférieur à 300 microns, ce qui permet d'obtenir un bon mélange des deux types de fibres présents dans le matelas et une répartition homogène des fibres thermoliantes entre les fibres végétales, ce qui permet une bonne fixation des fibres végétales et la formation régulière de poches d'air permettant de baisser la valeur de conductivité thermique aux valeurs souhaitées pour une application à de l'isolation de bâtiments.

**[0077]** Les différents éléments présentés pour participer à la formation du matelas de fibres de paille 1 permettent d'obtenir un tel matelas dont la densité volumique est comprise entre 20 kg.m<sup>-3</sup> et 80 kg.m<sup>-3</sup> et avec, tel qu'évoqué précédemment, une épaisseur d'au moins 20 mm. Un tel matelas de fibres de paille présente une conductivité thermique inférieure à 40 mW/m/K à 20°C, et notamment inférieure ou égale à 37 mW/m/K à 20°C, permettant d'apporter des propriétés d'isolation optimales à un matériau de construction.

**[0078]** L'invention telle qu'elle vient d'être décrite atteint bien le but qu'elle s'était fixée en proposant un matelas de fibres de paille dont les performances d'isolation thermique sont optimisées au moyen d'une composition et d'une distribution de dimensions des fibres de paille particulières au sein du matelas de fibres de paille.

## Revendications

1. Matelas de fibres végétales **caractérisé en ce qu'il** comporte des fibres végétales (2) à base de plantes céréalières solidarisées les unes avec les autres au moyen de fibres thermoliantes (3), les fibres thermoliantes (3) présentant un décitex inférieur ou égal à 1,9 dtex, les fibres végétales (2) présentant une teneur en cellulose comprise entre 30 et 50kg.100kg<sup>-1</sup> de matière sèche et une teneur en lignine comprise entre 4,5 et 25kg.100kg<sup>-1</sup> de matière sèche.
2. Matelas de fibres végétales (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les fibres thermoliantes (3) présentent un décitex inférieur ou égal à 1,7 dtex.
3. Matelas de fibres végétales (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les fibres thermoliantes (3) présentent un décitex inférieur ou égal à 1,5 dtex.
4. Matelas de fibres végétales (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comprend au plus de 15% de fibres thermoliantes (3).
5. Matelas de fibres végétales (1) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce qu'il** comprend entre 2% et 8% de fibres thermoliantes (3).
6. Matelas de fibres végétales (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les fibres végétales (2) ont une teneur en cellulose comprise entre 30,9 et 42,3kg. 100kg<sup>-1</sup> de matière sèche et en lignine comprise entre 12,2 et 21,6kg.100kg<sup>-1</sup> de matière sèche.
7. Matelas de fibres végétales selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'au moins 60% des fibres végétales** présentent un diamètre inférieur ou égal à 300µm.
8. Matelas de fibres végétales (1) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce qu'au moins 75% des fibres végétales (2)** présentent un diamètre inférieur à 300µm.
9. Matelas de fibres végétales (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé**

**en ce qu'au moins 55% des fibres végétales (2)** présentent un diamètre inférieur à 200µm.

10. Matelas de fibres végétales (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'au moins 50% des fibres végétales (2)** présentent un diamètre compris entre 100µm et 300µm.
11. Matelas de fibres végétales (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'au moins 60% des fibres végétales** présentent une longueur inférieure ou égale à 5mm.
12. Matelas de fibres végétales (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'au moins 40% des fibres végétales (2)** présentent une longueur inférieure à 2 mm.
13. Matelas de fibres végétales (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** présente une épaisseur supérieure à 20 mm.
14. Matelas de fibres végétales (1) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce qu'il** présente une épaisseur d'au moins 40 mm.
15. Matelas de fibres végétales (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** présente une densité volumique comprise entre 20kg.m<sup>-3</sup> et 80kg.m<sup>-3</sup>.
16. Matelas de fibres végétales (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les fibres thermoliantes (3) présentent une longueur de 6 mm.
17. Matelas de fibres végétales (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les fibres thermoliantes (3) comprennent au moins du polyéthylène.
18. Matelas de fibres végétales (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** présente une conductivité thermique inférieure à ou égale à 40 mW/m/K à 20°C.



Fig.1

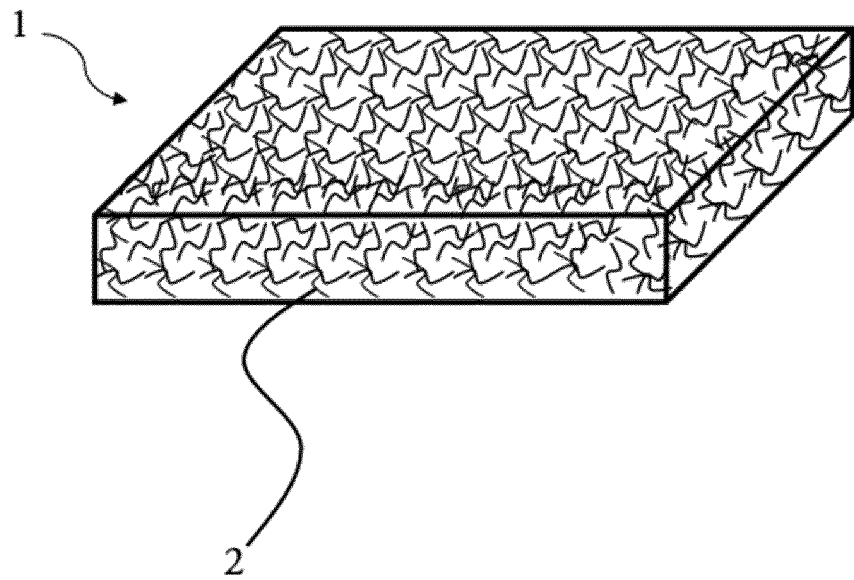


Fig.6

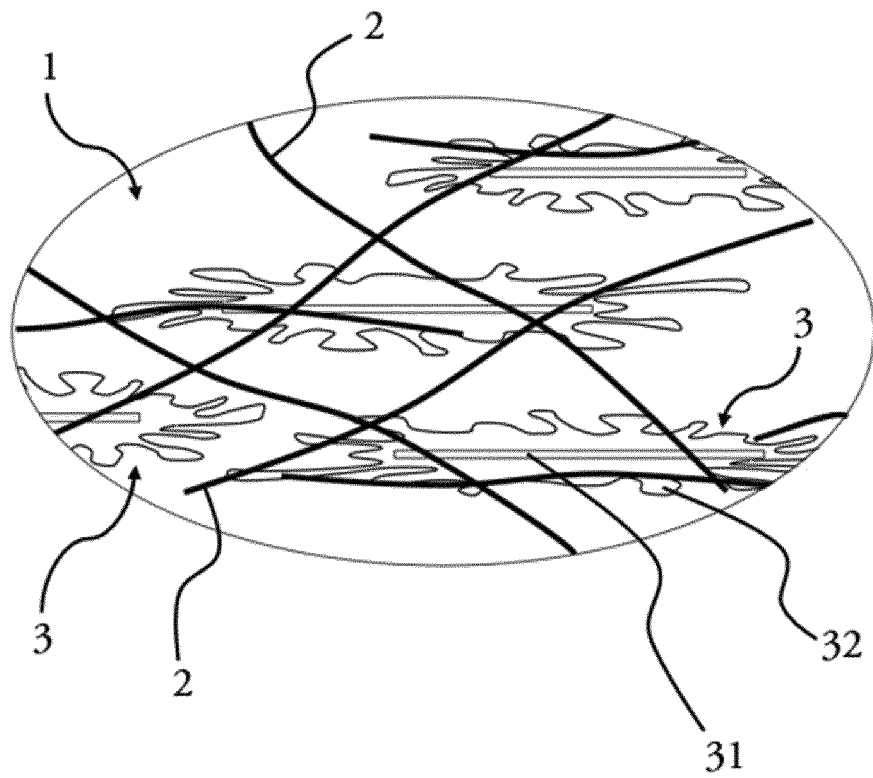
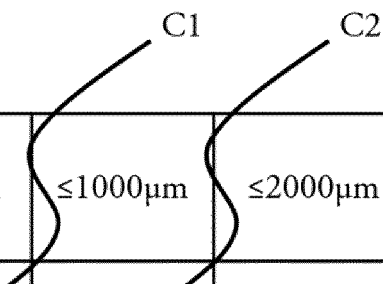


Fig.2


LF	$\leq 700\mu\text{m}$	$\leq 1000\mu\text{m}$	$\leq 2000\mu\text{m}$	$\leq 5000\mu\text{m}$	$\leq 7000\mu\text{m}$
DC	10%	18%	40%	73%	83%

Fig.3

LF	$\leq 700\mu\text{m}$	$\leq 1000\mu\text{m}$	$\leq 2000\mu\text{m}$	$\leq 5000\mu\text{m}$	$\leq 7000\mu\text{m}$
DC	3%	5%	10%	40%	65%

Fig.4

DF	$\leq 70\mu\text{m}$	$\leq 100\mu\text{m}$	$\leq 150\mu\text{m}$	$\leq 200\mu\text{m}$	$\leq 300\mu\text{m}$
DC	5%	18%	38%	55%	75%

Fig.5

DF	$\leq 70\mu\text{m}$	$\leq 100\mu\text{m}$	$\leq 150\mu\text{m}$	$\leq 200\mu\text{m}$	$\leq 300\mu\text{m}$
Dc	1%	3%	10%	24%	52%



## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 23 21 3836

## DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	CN 105 367 216 A (HUNAN LEITU AGRICULTURAL SCIENCE AND TECH DEV CO LTD) 2 mars 2016 (2016-03-02)	1-6, 10, 11, 13-18	INV. D04H1/425 D04H1/541 D04H1/544 E04B1/76
A	* alinéas [0052] - [0054]; exemple 1 * * tableau 1 * * revendications 1, 10 * -----	7-9, 12	
A	US 2022/056623 A1 (HANLEY SHAUNE JOHN [CA] ET AL) 24 février 2022 (2022-02-24) * alinéa [0091] * * alinéa [0039] * -----	1-18	
A	US 2007/292217 A1 (KARPIK JOSEPH [US]) 20 décembre 2007 (2007-12-20) * abrégé * * alinéa [0068] * -----	1-18	
A	JP H10 140452 A (TACHI S CO; HOWA SENI KOGYO) 26 mai 1998 (1998-05-26) * le document en entier * -----	1-18	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
A	JP 4 744919 B2 (UNITIKA FIBERS LTD) 10 août 2011 (2011-08-10) * le document en entier * -----	1-18	D04H E04B
A	EP 3 461 940 A1 (DAW SE [DE]) 3 avril 2019 (2019-04-03) * le document en entier * -----	1-18	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>Munich</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>6 mai 2024</b>	Examineur <b>Beckert, Audrey</b>
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES 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 antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	



## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 23 21 3836

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

## DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
T	CHEN CHEN: "Profiling of Chemical and Structural Composition of Lignocellulosic Biomasses in Tetraploid Rice Straw", POLYMERS, vol. 12, no. 2, 5 février 2020 (2020-02-05), page 340, XP093153720, CH ISSN: 2073-4360, DOI: 10.3390/polym12020340 * page 1 *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
T	Lewis D. Shackford: "A Comparison of Pulping and Bleaching of Kraft Softwood and Eucalyptus Pulps", , 13 octobre 2003 (2003-10-13), XP093153756, Extrait de l'Internet: URL:https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/A%20Comparison%20of%20Pulping%20and%20Bleaching%20of%20Kraft%20Softwood%20and%20Eucalyptus%20Pulps.pdf [extrait le 2024-04-19] * tableaux 4-5 *	1	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>Munich</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>6 mai 2024</b>	Examineur <b>Beckert, Audrey</b>
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES 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 antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 23 21 3836

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.  
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

06-05-2024

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
<b>CN 105367216 A</b>	<b>02-03-2016</b>	<b>AUCUN</b>	
<b>US 2022056623 A1</b>	<b>24-02-2022</b>	<b>CA 3123612 A1</b>	<b>02-07-2020</b>
		<b>US 2022056623 A1</b>	<b>24-02-2022</b>
		<b>WO 2020139759 A1</b>	<b>02-07-2020</b>
<b>US 2007292217 A1</b>	<b>20-12-2007</b>	<b>AUCUN</b>	
<b>JP H10140452 A</b>	<b>26-05-1998</b>	<b>AUCUN</b>	
<b>JP 4744919 B2</b>	<b>10-08-2011</b>	<b>JP 4744919 B2</b>	<b>10-08-2011</b>
		<b>JP 2006296271 A</b>	<b>02-11-2006</b>
<b>EP 3461940 A1</b>	<b>03-04-2019</b>	<b>AUCUN</b>	

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82