



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**11.10.2023 Bulletin 2023/41**

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):  
**D21B 1/30 (2006.01) D21J 1/00 (2006.01)**

(21) Numéro de dépôt: **23305503.7**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):  
**D21B 1/30; D21J 1/00**

(22) Date de dépôt: **06.04.2023**

(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: **Atil**  
**56510 Saint-Pierre-Quiberon (FR)**

(72) Inventeurs:  
 • **DERRIEN, Hervé**  
**56480 Sainte Brigitte (FR)**  
 • **PHILIPPE, Christophe**  
**56510 Saint Pierre de Quiberon (FR)**

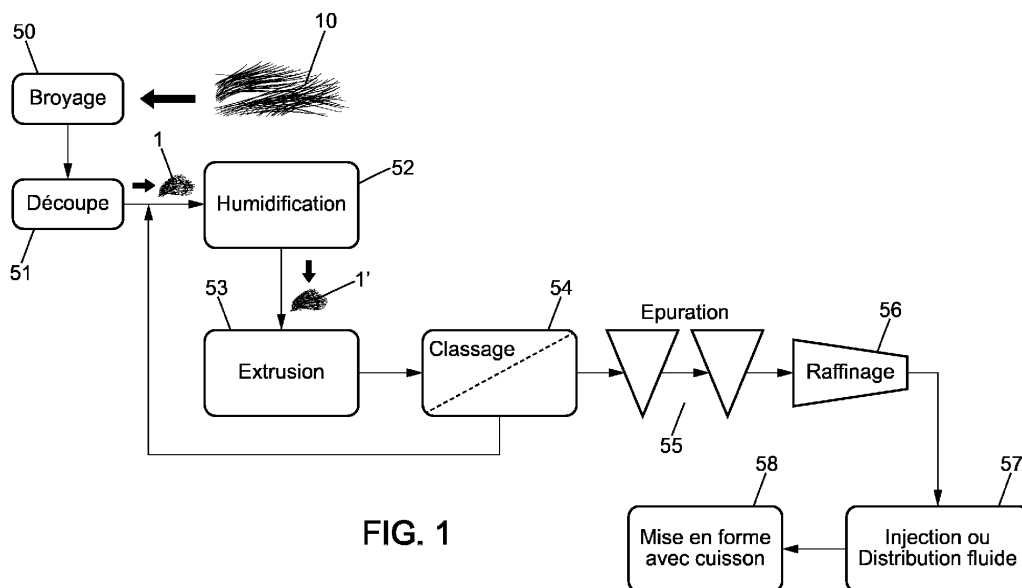
(30) Priorité: **08.04.2022 FR 2203271**

(74) Mandataire: **Plasseraud IP**  
**66, rue de la Chaussée d'Antin**  
**75440 Paris Cedex 09 (FR)**

(54) **PROCÉDÉ DE TRAITEMENT MÉCANIQUE DE CHANVRE POUR L'OBTENTION D'UNE PÂTE À MOULER**

(57) Le procédé de préparation d'une pâte cellulosique apte au moulage utilise le chanvre en tant qu'unique matière brute. Après un morcellement par broyage (50) de la paille de chanvre (10), incluant typiquement les feuilles, un matériau brut broyé (1) est obtenu avec les fibres unitaires et les morceaux de chènevotte mélangés. Le matériau brut est mouillé, et de préférence étuvé, de façon à faire circuler un broyat de chanvre humidifié (1'), avec les fibres et des morceaux de chènevotte chargés

en eau chaude, dans une ligne d'extrusion à deux vis. Le traitement mécanique, incluant l'extrusion (53), permet d'augmenter la quantité de fibres avec l'obtention avantageuse de fibres issues de la chènevotte comparativement plus longues que les fibres déjà présentes dans le matériau brut broyé. La transformation est mécanique, c'est-à-dire sans additif chimique. La pâte est structurée, uniquement biosourcée, et sert au moulage (58) de contenants ou produits en trois dimensions.



**FIG. 1**

## Description

### Domaine technique

**[0001]** La présente divulgation relève du domaine de la valorisation du chanvre par traitement mécanique du chanvre industriel. L'invention concerne plus particulièrement un procédé mécanique de préparation d'une pâte dont les constituants proviennent de la plante entière de chanvre. Elle concerne aussi une pâte directement obtenue par ce procédé, ainsi qu'une utilisation de pâte pour fabriquer un contenant moulé apte au contact alimentaire.

### Technique antérieure

**[0002]** La production d'emballages biosourcés utilise trop souvent des fibres obtenues à partir du bois, ce qui implique des phases de transport énergivores. Des productions alternatives peuvent diminuer cet impact, en particulier lorsqu'il est possible de produire le matériau brut végétal plus près du lieu final de commercialisation.

**[0003]** On connaît, par le document WO 9858119, un procédé de préparation en continu d'une pâte à papier à partir de fibres textiles lignocellulosiques et mettant en oeuvre une ligne d'extrusion bi-vis. Lors du traitement il est prévu de séparer les fibres textiles et le reste de la plante ce qui revient à une étape de séparation pour conserver les fibres longues. Ce type de procédé génère ainsi une quantité significative de déchets.

**[0004]** De façon générale dans le domaine de la production de papier, il est connu de produire une pâte à longues fibres en séparant, lors d'une étape d'extraction/séparation des constituants de certaines plantes récoltées ayant une composition hétérogène. Cependant, l'isolation préalable des fibres longues, appelée défibrage, génère une grande quantité de déchets. Dans le cas du chanvre, le noyau (chênevotte) est considéré comme un déchet, non valorisé sur le site de traitement considéré. Par ailleurs, lorsque du bois n'est pas utilisé mais une tige de plante (comme la paille de chanvre), les traitements font intervenir des réactions chimiques.

**[0005]** Le document FR 3015529 prévoit d'optimiser l'utilisation de la matière lignocellulose, y compris les fibres courtes, pour la production d'une pâte à papier, par un traitement chimico-mécanique, qui fait intervenir en particulier un additif de type hydroxyde alcalin, ajouté lors du traitement par une extrudeuse à deux vis.

**[0006]** Par ailleurs, il existe des méthodes utilisant des fibres de plantes comme le chanvre qui forment des constituants entrant dans la composition d'une sous-couche d'un contenant plastique. Il est ainsi connu, par le document CA 2947636, de réaliser un emballage alimentaire biodégradable, par exemple sous formes de barquettes alimentaires, comprenant une base, des couches de revêtement intérieures et extérieures pour assurer la rigidité requise, en utilisant des fibres naturelles et des additifs chimiques. Il est également connu de réaliser des

pièces plastiques injectées renforcées en fibres végétales de lin ou de chanvre. Ici également, seulement une partie spécifique de la plante est utilisée.

**[0007]** Les méthodes conventionnelles de réalisation d'articles moulés relativement rigides requièrent l'utilisation de composants polymères exogènes, c'est-à-dire de composants polymères ne provenant pas de la matière végétale contenant des fibres de cellulose.

**[0008]** Il existe donc un besoin pour des méthodes de traitement purement mécanique (thermo-mécanique), respectueuses de l'environnement et qui minimisent le gaspillage, pour obtenir une pâte présentant une bonne qualité structurale, permettant la valorisation optimale de plantes annuelles.

### Résumé

**[0009]** Afin d'améliorer la situation, il est proposé un procédé de transformation d'une matière brute fibreuse biosourcée, pour former une pâte cellulosique apte au moulage, avec la particularité que :

- ladite matière brute consiste en de la paille de chanvre, avec les feuilles sans les racines, incluant ainsi la chènevotte ;
- la transformation est mécanique (purement de type thermo-mécanique), c'est-à-dire sans additif chimique, la matière étant introduite et mise à circuler dans une ligne d'extrusion.

**[0010]** On utilise la quasi-totalité de la plante (les racines n'étant habituellement pas prises en compte car laissées au moment de la récolte), ce qui permet d'éviter une phase de séparation de feuilles ou une séparation entre des couches de la tige par exemple. Le matériau à traiter selon ce procédé est un matériau brut, de sorte que le procédé ne requiert ni l'utilisation de chanvre exclusivement sous forme de chènevotte ni l'utilisation exclusive de chanvre sous forme de fibres (déjà individualisées/flexibles). La phase d'extrusion est adaptée pour obtenir une pâte cellulosique mécanique mono-source (provenant uniquement du chanvre tel que récolté), qui limite les étapes de sélection de matériau au départ et qui évite le recours à la chimie pendant le traitement.

**[0011]** Après un morcellement de la plante entière de chanvre permettant d'obtenir un matériau brut broyé incluant trois fractions mélangées consistant en une première fraction composée de fibres, une deuxième fraction composée de poussières, et une troisième fraction composée de morceaux de chènevotte, le procédé comprend les étapes suivantes :

- un transfert du matériau brut broyé (par exemple à l'aide d'un doseur), dans la ligne d'extrusion, sachant que ledit matériau est humidifié pendant une étape d'humidification ;
- un traitement mécanique du matériau broyé et humidifié (intrans) pour augmenter la quantité de fibres,

au cours duquel on peut réaliser simultanément un chauffage permettant un échauffement et/ou une vaporisation de l'eau contenue dans des pores des morceaux (décompactés) et une réduction des morceaux (décompactés), qui sont réduits entre deux vis parallèles de la ligne d'extrusion servant à faire circuler le matériau broyé et humidifié ; et

- une collecte, à une sortie de la ligne d'extrusion, d'une pâte défibrée (extrant).

**[0012]** Le procédé combine avantageusement un broyage et une humidification qui permettent de limiter la taille des morceaux et de les décompacter sans action chimique. Les morceaux sont par exemple broyés pour limiter leur longueur maximale en dessous d'un seuil, par exemple avec une longueur maximale d'un ou quelques centimètres : les différents constituants sont mélangés dans le matériau broyé et sont aptes à l'extrusion. L'humidification est réalisée avec une durée suffisante pour décompacter les morceaux de chanvre en utilisant de la vapeur d'eau, l'étape d'humidification étant réalisée de préférence avant l'introduction dans la ligne d'extrusion.

Le matériau broyé/décheté peut être à 100% biosourcé.

**[0013]** Selon une particularité, l'étape (52) d'humidification utilise de la vapeur d'eau après une phase de mouillage préalable, l'étape (52) d'humidification étant réalisée avant l'introduction dans la ligne d'extrusion (4).

**[0014]** Avec un tel pré-traitement sans chimie, il est permis de s'affranchir d'une gestion d'effluents (sans rejets indésirables), tandis que le rendement de défibrage dans la ligne d'extrusion est important/augmenté. Un meilleur compromis peut être atteint entre l'obtention de fibres qui ne sont pas trop courtes (pas trop coupées) et la réduction des petits morceaux de la chanvre, aptes à fournir des fibres longues (> 0,8 mm après l'extrusion). L'échauffement induit par l'action mécanique des vis de la ligne d'extrusion, éventuellement complété par un transfert thermique dans un fourreau logeant ces vis, peut en outre ramollir efficacement les morceaux de chanvre pour faciliter la libération progressive de fibres sur les bords des morceaux, avec la montée en température de l'eau (typiquement vaporisé). Un ramollissement et l'effet de décompaction permettent aux fibres d'être moins liées entre elles avant les phases de malaxage, cisaillement et compression lorsqu'un tel pré-traitement a été réalisé en amont de l'extrusion et tout du moins en amont des tronçons d'action mécanique permettant une fibrillation des morceaux de la troisième fraction.

**[0015]** Selon une particularité, la vapeur d'eau est utilisée pour décompacter les morceaux de chanvre déjà chargés en eau lors d'une étape de trempage (phase de pénétration déjà réalisée par ce trempage), de sorte à réaliser une dégradation de composants hydrophiles comme les pectines de la plante (début d'effet de dégomme à la vapeur) pour initier une extraction et sé-

paration des fibres unitaires de chanvre issues des morceaux de chanvre. Concrètement, le prétraitement par contact avec l'eau puis avec la vapeur d'eau permet de décomposer et/ou extraire des substances pectiques liant les fibres à la plante. Un tel prétraitement participe à un début de séparation progressive des faisceaux de fibres par rapport aux tissus de la tige et la cohésion entre les fibres est réduite. Le traitement mécanique peut ensuite finaliser cette séparation, en retirant les fibres des blocs/morceaux.

**[0016]** Il est par exemple prévu d'étuver le matériau broyé et trempé, à la vapeur d'eau, typiquement pendant plus de 5 ou 10 minutes environ, par exemple pendant une durée inférieure à 60 ou 90 minutes, afin d'éviter de dégrader les propriétés mécaniques des fibres par hydrolyse et/ou de dissoudre trop de matière (perte de masse).

**[0017]** Il a été constaté expérimentalement que l'humidification et l'absence de produit chimique (absence de soude par exemple ou hydroxyde alcalin similaire) peuvent correspondre à un pré-traitement contrôlé afin d'obtenir des fibres individualisées à partir de fibres unitaires de la première fraction. De plus, ce contrôle peut permettre une utilisation de vapeur d'eau à une température limitée, proche de 100°C et ne dépassant pas 130°C, de sorte qu'on évite tout phénomène d'explosion à la vapeur : en empêchant ce phénomène (accentué en cas d'utilisation de produit chimique), on limite l'apparition de morceaux jouant un rôle négatif sur la distribution des longueurs de fibres.

**[0018]** La température peut être contrôlée, au niveau de l'introduction de matériau broyé et/ou par un fourreau logeant les deux vis, de sorte que la température reste en dessous de 125 ou 130°C. A titre d'exemple, une température de consigne comprise entre 105 et 115°C peut être paramétrée pour le fourreau thermorégulé.

**[0019]** L'augmentation du nombre de fibres individuelles correspond à la réduction, en nombre et en taille, des morceaux de chanvre contenant du matériau cellulosique. De plus, il peut être permis d'augmenter une longueur moyenne des fibres. Le chauffage rend le procédé dans la ligne d'extrusion efficace pour améliorer les caractéristiques structurelles de la pâte de chanvre chargée en eau. Avec un tel procédé, il est permis de produire une pâte structurelle, résultant d'un traitement thermomécanique uniquement, ce qui permet d'éviter l'emploi de produits chimiques et le traitement d'effluents liquides sans pour autant écarter une quantité importante de biomasse du traitement.

**[0020]** De façon surprenante, l'extrusion transforme le mélange hétérogène de fibres (déjà individualisées) et de morceaux de chanvre de taille millimétrique ou centimétrique en un mélange de fibres qui peuvent s'enchevêtrer dans une structure tridimensionnelle interconnectée. Grâce à l'amélioration de la résistance et de la stabilité de cette pâte, celui-ci peut être utilisé pour mouler une unité d'emballage tridimensionnelle, telle qu'une barquette, un bol, une unité d'emballage d'oeufs ou tout

autre emballage.

**[0021]** L'étape d'humidification permet de réaliser un mouillage du matériau brut (par exemple avec un diffuseur), et l'élimination de l'eau s'effectue sans entraînement de composés exogènes (non issues de la plante) tels que des agents chimiques. L'étape d'humidification (mouillage/ étuvage), qu'elle soit réalisée entièrement avant l'extrusion ou au moins en partie pendant l'extrusion, sert à obtenir une matière à taux d'humidité supérieur à 60 ou 70%, par exemple de l'ordre de 75%, à l'entrée des tronçons actifs de la ligne d'extrusion (tronçons actifs pour du cisaillement, accumulation, compression, malaxage ou action mécanique). Dans des variantes, une adjonction d'eau, par exemple proportionnellement au débit de chanvre broyé sec, peut être réalisée dans une partie d'amenée vers la ligne d'extrusion. Eventuellement, un effet d'étuvage peut être réalisé à un tel endroit.

**[0022]** Selon une particularité, la totalité du matériau broyé humidifié circule entre les deux vis, co-rotatives (c'est-à-dire tournant suivant le même sens de rotation), qui appartiennent à une extrudeuse bi-vis, les deux vis délimitant entre elles plusieurs tronçons de traitement, dont au moins un tronçon présente :

- une zone d'accumulation du matériau humidifié ; et
- une zone de compression du matériau humidifié, adjacente à la zone d'accumulation.

**[0023]** Le traitement mécanique peut inclure une étape d'extrusion par extrudeuse bi-vis, dans un fourreau qui est régulé en température. Ce type d'extrusion peut permettre une alimentation régulière et les débits peuvent ainsi être augmentés. Le mélange est bien plus efficace qu'avec une extrusion mono-vis, et l'homogénéité de la pâte est assurée.

**[0024]** Dans des options de prétraitement, on peut obtenir un matériau brut broyé en utilisant une ou plusieurs des mesures qui suivent :

- le broyage est réalisé à une vitesse inférieure ou égale à 150 ou 200 tours/min.
- la vitesse de l'élément de contact (appartenant au broyeur) en contact avec la paille peut être de 100 à 200 mètres par minute ; c'est une vitesse qui ne génère pas trop de poussières (sachant que le diamètre du rotor du broyeur peut être optionnellement de 50 à 60 cm).
- compte tenu de l'hétérogénéité des parties constitutives de la plante de chanvre et la présence de poussières, le broyage est contrôlé en évitant de générer des effets de poussières/effets destructeurs des fibres, ce qui peut impliquer de limiter la durée de broyage et/ou la vitesse de rotation d'un arbre de contact avec le matériau, appartenant au broyeur (limitation de la vitesse de rotation de broyeur à couteaux/déchetuse ou appareil similaire de réduction de la taille des composants du matériau brut).

- le morcellement/broyage est contrôlé pour s'opposer à une dégradation des fibres de la première fraction, en limitant une vitesse de rotation d'un arbre d'un broyeur en dessous d'un seuil prédéterminé, qui est de préférence inférieur ou égal à 200 tours/min (ou moins de 200 mètres par minute à une extrémité radiale du rotor du broyeur).
- le broyage est paramétré pour limiter la réduction excessive engendrant de la perte de matières (par exemple, on peut éviter un broyage à couteaux à vitesse élevée comme 1000 ou 1500 tours/min, générateur de poussières).
- le broyage/déchiquetage est réalisé, optionnellement par un broyeur ou déchiqueteur à recycler du plastique, ce déchiquetage étant du type à basse vitesse (par exemple 80 tours/min).
- une vitesse de rotation pendant l'étape de broyage et/ou coupe est comprise entre 55 et 100 tours/min.

**[0025]** Dans des options du procédé, on peut avoir recours à une ou plusieurs des particularités suivantes :

- une étape d'extraction et évacuation d'eau et de composants extractibles dissous dans l'eau, séparation de la pâte défibrée, lors du traitement mécanique dans la ligne d'extrusion (des substances pectiques et la lignine, présente en faible quantité dans la mesure où le chanvre est une plante pauvre en lignine, font typiquement partie des composants extractibles/extraits avec l'eau évacuée).
- les vis sont co-rotatives, par exemple interpénétrantes au moins dans certaines parties, en ayant des profils conjugués (au moins dans la ou les zones de compression).
- l'étape de traitement mécanique, dans la ligne d'extrusion est adaptée pour faire passer la masse de fibres individualisées issues de la chènevotte d'un pourcentage en masse sèche inférieur à 3 ou 5% (en référence à la masse totale de fibres individualisées), dans le matériau brut broyé humidifié et soumis à un étuvage (avant ce traitement mécanique), à un pourcentage en masse sèche supérieur ou égal à 35%, de préférence supérieur ou égal à 45% (par exemple entre 48 et environ 60%) ; ainsi, le traitement augmente la quantité de fibres, sachant que la chènevotte représente généralement entre 50 et 60% de la masse sèche de paille de chanvre formant le matériau brut de départ, et apporte en outre une amélioration qualitative dans la mesure où les fibres initialement contenues dans la troisième fraction peuvent constituer des fibres individualisées plus longues.
- une température de consigne inférieure ou égale à 115 ou 120°C (et typiquement supérieure à 100°C) est utilisée pour un fourreau thermorégulé qui enveloppe/loges les deux vis.
- l'étape d'extrusion est réalisée sans adjonction d'eau ou de vapeur (ceci peut permettre d'éviter des

- effet de hausse locale de température).
- une même vitesse de rotation des axes est paramétrée, avec un même sens de rotation, la vitesse étant choisie par exemple entre 300 et 750 ou 1000 tours/min, plus particulièrement entre 350 et 700 tours/min.
  - l'étape de traitement mécanique utilise des contre-filets dans les vis de l'extrudeuse, par exemple avec une taille caractéristique de rainure, dans les contre-filets, qui se réduit en passant d'un premier tronçon à contre-filets à un deuxième tronçon à contre-filets.
  - les contrefilets sont disposés de façon interpénétrante dans chaque tronçon à contrefilets.
  - le deuxième tronçon est séparé du premier tronçon par une section de convoyage ou par plusieurs sections intermédiaires dont une section de convoyage.
  - il est prévu un troisième tronçon séparée du deuxième tronçon par une autre section de convoyage ou par plusieurs sections intermédiaires dont une autre section de convoyage.
  - les deux vis de la ligne d'extrusion peuvent inclure chacune un ou plusieurs organes malaxeurs (par exemple de type monolobe ou bilobe par exemple).
  - les organes malaxeurs sont disposés chacun en aval (par exemple moins de 10 ou 15 cm plus en aval), suivant le sens de circulation de la matière dans la ligne d'extrusion, d'un tronçon à contre-filets.

**[0026]** Selon une particularité, l'étape d'humidification a une durée suffisante pour décompacter les morceaux de chènevotte en utilisant de la vapeur d'eau, l'étape d'humidification étant réalisée de préférence avant l'introduction dans la ligne d'extrusion. La durée de l'humidification peut se décomposer en une première durée pour un trempage, supérieure à 200 minutes par exemple, et une deuxième durée pour une étape d'étuvage à la vapeur (en contrôlant la température pour qu'elle soit au plus près de 100°C, par exemple en dessous de 105°C ou 110°C).

**[0027]** L'étape d'humidification peut faire passer le matériau broyé d'un état de séchage correspondant à une première siccité, comprise par exemple entre 75 et 95%, à un état humidifié correspondant à une deuxième siccité inférieure à 40%, de préférence comprise entre 20 et 35%. L'étape d'humidification peut passer par un premier stade/état humidifié sans effet de chauffe, par exemple à l'issue d'une étape de trempage dans un diffuseur, avant d'atteindre l'état humidifié final avec la deuxième siccité, dans un état chauffé à la vapeur.

**[0028]** Dans des options de réalisation, l'étape d'humidification peut présenter une ou plusieurs des particularités suivantes :

- l'étape d'humidification inclut une phase de trempage suivie d'une phase d'étuvage, et/ou une mise en contact du matériau broyé avec de l'eau de trempage pendant une durée d'au moins 200 minutes, de préférence comprise entre 250 et 1000 minutes, dans

- un diffuseur incluant une cuve équipée d'un filtre, de préférence sous la forme d'une grille.
- un obturateur est déplacé d'une position de fermeture à une position d'ouverture d'un passage d'évacuation prévu dans une partie de fond de la cuve, afin de permettre une évacuation de l'eau de trempage en retenant ledit matériau dans la cuve à l'aide du filtre.
- l'étuvage peut être réalisée après une phase d'élimination d'eau, éventuellement par évacuation de cette eau via une sortie de drainage prévue dans la cuve de trempage (diffuseur). Après trempage, en ouvrant l'accès la sortie/l'évacuation, il est permis d'éliminer l'eau et récupérer les particules sans perte solide (ou tout du moins sans perte significative dans le but recherché, la matière dissoute n'étant d'aucune utilité par exemple).
- l'air présent dans les particules/morceaux peut être chassé lors de l'étape d'humidification, par exemple lors de l'étuvage.
- l'étape d'humidification est réalisée pour permettre une imprégnation en eau homogène dans le mélange à traiter mécaniquement dans l'étape ultérieure utilisant la ligne d'extrusion.
- la cuve peut être équipée d'une grille très fine, dont la taille des mailles de passage est inférieure ou égale à 10 micromètres.

**[0029]** Dans la présente description, on désigne ici par diffuseur tout équipement permettant de faire tremper le chanvre avec de l'eau en bouchant un orifice ou accès de sortie (pour liquide) tout en disposant d'un filtre pour le drainage. Une ou plusieurs cuves peuvent faire partie d'un diffuseur. Optionnellement, le diffuseur peut faire partie d'une partie de transfert vers une étuve ou équipement d'étuvage.

**[0030]** Typiquement, l'étape d'humidification et l'étape d'extrusion s'enchaînent l'une après l'autre. Plus généralement, il n'y a pas de séchage intermédiaire entre la fin de l'étape d'humidification, par exemple à la fin de l'étuvage, et l'introduction dans la ligne d'extrusion. Eventuellement, une phase de maintien d'humidité, par exemple dans un état confiné limitant la circulation d'air susceptible de sécher le matériau, peut être prévue si le matériau broyé et humidifié (étuvé) est placé en attente pendant plusieurs heures avant l'introduction dans la ligne d'extrusion.

**[0031]** Selon une particularité, une étape de raffinage est réalisée à partir du matériau ayant subi l'étape de traitement mécanique (traitement dans la ligne d'extrusion), afin obtenir davantage de fibres.

**[0032]** Dans des options de l'étape de raffinage, il est prévu une ou plusieurs des particularités suivantes :

- pâte défibrée est introduite dans un raffineur incluant au moins une paire de disques,
- le raffineur est utilisé lors d'une étape de raffinage au cours de laquelle une vitesse de rotation relative

entre deux disques appariés dans le raffineur (pour permettre un raffinage) est comprise entre 1000 et 5000 tours/minute.

- le type raffineur utilisé est sélectionné pour un effet de fibrillation (le raffinage est réalisé en vue d'obtenir la fibrillation des fibres tout en minimisant la coupe des fibres).
- le raffinage est limité de façon à obtenir un indice d'égouttage du standard CSF supérieur à 200 mL, de préférence compris entre 230 et 460 mL.
- le traitement mécanique est réalisé, sans additif chimique, de façon qu'au moins 98% ou 99% des particules ou morceaux résiduels de chènevotte contenus dans la pâte défibrée collectée, qui ne constituent pas des fibres flexibles/individualisées, ont une longueur maximale inférieure ou égale à 2 mm. Typiquement, la pâte collectée peut ne plus contenir de morceaux de chènevotte de taille supérieure au millimètre.
- préférentiellement dans la pâte collectée, les particules rigides et/ou plus épaisses que des fibres de chanvre individualisées (particules ne constituant pas des fibres flexibles) sont toutes de taille submillimétrique ou ne dépassant pas 2 mm.

**[0033]** Indépendamment ou en combinaison de ce qui précède, l'étape de traitement mécanique peut être une étape d'extrusion réalisée en paramétrant une longueur utile et/ou une vitesse de rotation des deux vis parallèles afin d'obtenir, pour la pâte défibrée collectée, un indice d'égouttage du standard CSF compris entre 200 mL et 500 mL (entre 230 et 460 mL par exemple).

**[0034]** En cas de raffinage, ce dernier peut être réalisé pour abaisser l'indice d'égouttage du standard CSF d'une valeur d'abaissement comprise entre 40 et 200 mL, par exemple entre 60 et 150 mL. Indépendamment de l'abaissement de cet indice, le raffinage peut être léger pour éviter de couper les fibres déjà obtenues qui ont une qualité satisfaisante/apptitude aux liaisons inter-fibres.

**[0035]** Dans des options de réalisation du procédé, il peut être prévu un ou plusieurs aspects suivants :

- des bûchettes de taille submillimétrique (fins morceaux allongés/en forme de micro-bâtonnets, à base de chènevotte) sont présentes dans la pâte défibrée collectée et/ou la pâte se caractérise par la présence de fibres et de morceaux fibreux de chènevotte de taille caractéristique submillimétrique.
- le procédé comprend une étape de classage pour séparer des bûchettes restant dans la pâte collectée et/ou une étape de raffinage, permettant de transformer les bûchettes en fibres.
- l'étape de classage permet optionnellement d'éliminer, dans la pâte défibrée collectée, les bûchettes issues de la chènevotte et de les retourner à l'extrudeuse/ligne d'extrusion en vue de les réduire.
- l'étape de classage peut permettre de fibriller les fi-

bres déjà individualisées. Des fibres de longueur supérieure ou égale à 2,5 mm sont présentes dans la pâte défibrée collectée.

- la pâte récupérée/collectée à la sortie de la ligne d'extrusion ou sortant d'une étape de classage est soumise à au moins une étape de raffinage.
- une étape de séparation de morceaux peut être réalisée, par classage ou par sélection adaptée, afin de rejeter des particules de taille supérieure à une limite prédéterminée, de préférence de taille supérieure à 3 mm.
- le procédé peut inclure une étape de remise en circulation, dans la ligne d'extrusion par introduction dans le doseur, optionnellement après une étape additionnelle de coupe et/ou broyage, de morceaux de la troisième fraction récupérées dans la ligne d'extrusion après ladite étape de traitement mécanique.

**[0036]** Dans des formes de réalisation limitant le nombre total d'opérations, l'étape d'humidification et l'étape d'extrusion s'enchaînent l'une après l'autre (sans séchage intermédiaire par exemple), et ces deux étapes consécutives permettent de produire une pâte structurale de qualité, de sorte qu'une étape de traitement supplémentaire qui réduirait la longueur des fibres n'est pas nécessaire. S'il faut éliminer des bûchettes, un simple classage suffit : le classage de la pâte permet de séparer les gros éléments (ici les morceaux/bûchettes issues de la troisième fraction), en éliminant également des impuretés lourdes (sable, poussières solides) dans une chaîne d'épuration.

**[0037]** Selon une particularité, la pâte défibrée collectée est utilisée, de préférence après une étape d'épuration par rinçage et/ou filtration, comme pulpe dans une étape de moulage dans un moule afin d'obtenir un contenant en trois dimensions. L'étape de moulage peut impliquer un chauffage (à plus de 50°C) qui ne dégrade pas la pulpe, par exemple un chauffage bref (moins de 5 ou 10 minutes) et/ou ne dépassant pas 190°C ou 220°C, de préférence en dessous de 170°C. Ce moulage peut être réalisé dans un moule à organe mobile presseur ou dans un moule à injection.

**[0038]** Selon un aspect de la présente divulgation, la pâte défibrée obtenue par le procédé est utilisable comme matériau de moulage, ce matériau étant apte à s'écouler à chaud sans altération structurale des fibres en dessous d'un seuil de température, par exemple à une température de moulage comprise entre 50 et 170°C.

**[0039]** Dans un exemple d'application, une couche en plaque, par exemple d'épaisseur sensiblement constante, est obtenue par une première mise en forme d'un matériau pâteux constitué de la pâte défibrée collectée ou d'une pâte épurée obtenue à partir de la pâte défibrée collectée. La pâte épurée peut être optionnellement obtenue après une étape de classage et/ou une étape de raffinage.

**[0040]** Lors d'une deuxième mise en forme, la couche

en plaque peut être déformée/modifiée, par exemple par compression et/ou étirement dans un moule pour obtenir tout ou partie d'un contenant en trois dimensions, formant de préférence un emballage alimentaire.

**[0041]** Dans un exemple d'application, un matériau pâteux constitué de la pâte défibrée collectée ou d'une pâte épurée obtenue à partir de la pâte défibrée collectée, après une étape de classage et/ou une étape de raffinage, est injecté dans un moule pour obtenir tout ou partie d'un contenant en trois dimensions, formant de préférence un emballage alimentaire.

**[0042]** Dans des options sans recours à un raffinage, la pâte défibrée collectée peut être soumise à une opération de classement dans un ou plusieurs dispositifs de classement. Eventuellement, les rejets de l'opération de classement sont soumis à un traitement mécanique additionnel permettant un défibrage. Par exemple, ces rejets sont soumis à un défibrage dans au moins un appareil à action mécanique choisi parmi un raffineur, un broyeur ou système équivalent, ou la ligne d'extrusion. Un broyeur à marteaux, un broyeur à couteaux peuvent être utilisés (en cas d'utilisation d'un broyeur sans recyclage dans la ligne d'extrusion, le broyage fournit un complément de matériau défibré qui peut être recyclé en amont du ou des dispositifs de classement).

**[0043]** Selon une particularité, il est prévu une étape de stérilisation de la pâte défibrée collectée, lors d'une étape de formage, par exemple par thermoformage à une température comprise entre 130 et 160°C, par exemple d'environ 140°C.

**[0044]** Le procédé prévoit un chauffage au-dessus de 100°C, par exemple sans dépasser un seuil de 121°C, à la fois pendant l'étape d'humidification et pendant l'étape de traitement mécanique dans la ligne d'extrusion.

**[0045]** Selon un autre aspect, il est proposé une pâte de chanvre obtenue par le procédé selon l'invention. La pâte collectée à la sortie de l'extrudeuse, éventuellement après un post-traitement mécanique tel qu'un classage et/ou un raffinage, est avantageusement utilisable/utilisée pour la production d'une pièce en trois dimensions, par exemple un contenant, lors d'une étape de mise en forme avec chauffage/cuisson de la matière sèche. La mise en forme peut consister, à titre d'exemple non limitatif, en un moulage par injection, un moulage par pressage, ou une technique additive (impression 3D, par exemple en déposant la pâte sous la forme d'un filament).

### Brève description des dessins

**[0046]** D'autres caractéristiques, détails et avantages apparaîtront à la lecture de la description détaillée ci-après, et à l'analyse des dessins annexés, sur lesquels :

La Figure 1 illustre un diagramme d'étapes utilisables dans un procédé conforme à un mode de réalisation.

La Figure 2 montre schématiquement des sections d'une extrudeuse utilisable dans la mise en oeuvre

du procédé d'obtention d'une pâte structurale de chanvre.

La Figure 3 illustre un détail d'un tronçon de traitement mécanique au sein d'une extrudeuse participant à une étape de traitement mécanique, contribuant au défibrage de morceaux de chènevotte humidifiés qui font partie du matériau broyé introduit dans l'extrudeuse.

La Figure 4A et la Figure 4B illustrent, respectivement et de façon schématique, des stades de mise en forme pour la production d'un contenant moulé en trois dimensions, à partir d'une pâte défibrée obtenue par un procédé conforme à l'invention, la pâte ayant subi éventuellement un raffinage.

La Figure 5A et la figure 5B illustrent deux vues, respectivement avant et après une opération de mise en forme, représentatives d'une opération de moulage utilisant une plaque mince pouvant être constituée de la pâte obtenue selon un procédé conforme à l'invention.

La Figure 6 et une vue en perspective d'un raffineur, utilisable pour un raffinage à haute consistance ou à basse consistance, et permettant ainsi de transformer, dans la pâte collectée en sortie d'extrudeuse, certains morceaux en fibres, en fibrillant en outre les fibres déjà individualisées.

### Description de modes de réalisation

**[0047]** Il est exposé ci-après, de façon détaillée, plusieurs exemples de modes de réalisation non limitatifs. Sur les différentes figures, des références identiques indiquent des éléments identiques ou similaires.

**[0048]** Comme illustré sur la figure 1, un certain nombre d'étapes peuvent intervenir pour transformer la plante de chanvre, ici sous forme de tige avec feuilles, en pâte structurale. Le procédé de traitement, mécanique et sans faire intervenir d'additif chimique, permet de préparer une pâte malléable et formable, qui peut être utilisée comme substance de moulage dans des applications d'emballage ou d'autres applications utilisant la résistance des fibres cellulosiques obtenues issues du chanvre, par exemple dans le domaine textile, la construction, le domaine automobile ou aéronautique (le cas échéant en étant combiné avec d'autres matériaux), et certains autres domaines en se substituant à des structures en polymères d'origine fossile.

**[0049]** Il est à noter, comme visible sur la figure 1, qu'en dehors de l'eau utilisée dans une étape 52 d'humidification, la pâte apte à être mise en forme utilise uniquement le chanvre, ici la paille de chanvre 10, comme matière première. La fourniture de ce chanvre (appelé aussi chanvre industriel) correspond à un produit de récolte, typiquement après un séchage (éventuellement naturel sur le champ) : le matériau brut est ainsi purement issu de l'agriculture. En pratique, ce matériau peut se décomposer en fibres, en poussières et chènevotte : ces composants forment ainsi trois fractions respectives présen-

tes dans le chanvre utilisé dans le procédé de transformation/préparation ici décrit. Les fibres représentent typiquement de 20 à 35% en poids de la paille de chanvre 10, tandis que la chènevotte peut représenter de 55 à 60% en poids de cette paille. La poussière contenue dans la plante peut correspondre au complément (entre 10 à 15% du poids).

**[0050]** Le procédé de transformation/préparation pour l'obtention d'une pâte, conformément à l'invention, comporte notamment deux grandes étapes :

- une réduction mécanique en taille de la paille (ce qui implique la coupe ou morcellement des tiges) afin d'obtenir des morceaux de taille n'excédant pas un seuil, par exemple ne dépassant pas une dimension maximale de 2, 3, 5 ou 10 centimètres pour au moins 99% en poids de la matière solide, cette réduction formant un pré-traitement mécanique incluant au moins une étape (50, 51) de broyage et/ou découpe de la paille de chanvre 10 ; et
- un traitement mécanique, sans addition de produit chimique, pour augmenter la quantité de fibres, avec conversion au moins partielle des morceaux de chènevotte en fibres, dans une ligne d'extrusion 4.

**[0051]** Le procédé est typiquement thermo-mécanique, en permettant de chauffer le matériau brut broyé 1 qui inclut les trois fractions mélangées. La ligne d'extrusion 4 intervient lors d'une phase de production de la pâte. Le chauffage peut être réalisé pendant cette phase de production mais aussi, par exemple dans un contexte de mouillage et/ou d'étuvage, avant cette phase de production, afin notamment de rendre les morceaux de chènevotte plus aisés à défibrer

**[0052]** Une humidification du broyat ou matériau brut réduit en morceaux est réalisée, ce qui peut permettre de rendre les morceaux de chènevotte plus aisés à convertir en fibres, lors du passage dans la ligne d'extrusion 4, en combinaison avec le maintien d'une température au-delà d'un seuil, par exemple supérieur ou égal à 100°C, dans la zone de circulation du matériau broyé humidifié 1' au sein de la ligne d'extrusion 4.

**[0053]** Dans tout ce qui suit, le matériau broyé avant humidification est appelé matériau brut broyé 1. Aucun additif chimique n'est utilisé dans l'obtention du matériau brut broyé 1, de sorte que la composition massique de la partie solide du matériau brut broyé 1 peut être la même que dans la paille 10. Autrement dit, il n'y a pas de perte de matière solide ni besoin d'une étape de sélection de composant. Et, de préférence, il n'y a pas non plus besoin d'un mélangeage avec un composant additionnel.

#### Obtention du matériau brut broyé

**[0054]** L'étape 50 de broyage de la plante de chanvre peut être réalisé de façon à préserver la qualité structurale des fibres (première fraction) déjà présentes. Un broyeur à couteaux ou broyeur similaire fonctionnant de

manière sèche, adapté pour un produit fibreux, peut être utilisé dans cette étape 50, afin de fragmenter le matériau de départ (en réduisant la taille des constituants) sans générer un écrasement et sans modifier la composition.

5 Dans le matériau brut broyé 1, la chènevotte est ainsi fragmentée en de multiples morceaux de chènevotte. Le matériau brut broyé est plus facilement utilisable dans des étapes ultérieures comme l'étape 52 d'humidification et l'étape 53 d'extrusion réalisée à l'aide d'une ligne d'extrusion 4 à deux vis 14, 15, comme dans le cas non limitatif montré sur la figure 3.

10 **[0055]** En référence à la figure 1, après l'étape 50 qui peut être optionnellement réalisée au plus près du site de récolte, il est par exemple prévu une étape de vérification que les éléments constitutifs du chanvre broyé ne contiennent pas d'éléments dont la longueur dépasse un seuil, par exemple allant au-delà de 20 ou 30 mm. Une mesure ou détection, le cas échéant utilisant une caméra ou un dispositif analyseur analogue, peut permettre de détecter de tels éléments plus longs que le seuil prédéfini ou paramétré.

15 **[0056]** En cas de détection de tels éléments considérés trop longs, une étape additionnelle de retraitement peut être réalisée, sans perte de matière. Par exemple, on introduit le matériau à retraiter dans un broyeur équipé d'une grille empêchant le passage d'éléments de grande taille, par exemple une grille avec des trous dont la taille est choisie proche ou égale des valeurs suivantes : 0.25 / 0.50 / 0.75 / 1.0 / 1.50 cm. Les trous peuvent être ronds, oblongs, de forme trapézoïdale, rectangulaires, à section en carré ou polygonale. Plus généralement, on comprend que le retraitement, optionnel, peut correspondre à une phase ou étape 51 de découpe, permettant notamment de couper et ainsi réduire la longueur des éléments les plus longs dans le matériau brut qui rassemble les trois fractions susmentionnées.

20 **[0057]** En général, la siccité du chanvre broyé et/ou coupé à ce stade (matériau brut broyé 1) peut se trouver dans la gamme entre 75 et 94%. Le matériau brut broyé 1 sous cette forme peut, le cas échéant être conditionné de façon compacte et transporté jusqu'à un site de production, incluant notamment une ligne d'extrusion 4, en particulier une extrudeuse bi-vis lors d'une phase de production qui va être décrite ci-après.

#### Exemple expérimental : Préparation d'un matériau brut suffisamment broyé

25 **[0058]** Ici, la matière lignocellulosique provient uniquement du chanvre, plus précisément de la partie récoltée 10 (sans les racines) hors chènevis ou graines de chanvre, appelée ici paille de chanvre et qui inclut les feuilles de la plante. Dans cet exemple, un lot de 80 kg de chanvre broyé 1 a été préparé par utilisation d'un broyeur à couteaux. Ce chanvre constitue une matière première, ayant une siccité de 85, 1%.

30 **[0059]** Une étape préliminaire peut consister en une vérification que les éléments constitutifs du lot de chan-



vre broyé ne contiennent pas d'éléments dont la longueur dépasse un seuil, par exemple un seuil supérieur ou égal à 20 ou 30 mm. Dans l'exemple considéré, le chanvre broyé reçu présentait des éléments considérés trop longs. Ce chanvre a donc été retraité avec un broyeur à couteaux Pallman® équipé d'une grille à trous, par exemple de 10 mm de diamètre. Ce retraitement peut correspondre à l'étape 51 comme illustré dans le mode de réalisation de la figure 1.

### Autre traitement avant production

**[0060]** Le procédé utilise de l'eau et prévoit un chauffage du matériau brut humidifié 1'. Dans une option de réalisation, on peut prévoir de soumettre le matériau brut broyé 1 à une étape 52 d'humidification ou tout type d'addition d'eau, qui peut se dérouler en deux phases :

- une phase de trempage ;
- puis une phase d'étuvage.

**[0061]** Dans un mode de réalisation compatible avec le cas illustré sur la figure 1, la phase de trempage consiste à mettre en contact le matériau brut broyé 1 avec de l'eau de trempage pendant une durée relativement longue, par exemple comparativement plus longue que l'étape 50 de broyage et plus longue que l'étape 53 d'extrusion, pour une quantité donnée de matériau à traiter. Cette durée de trempage est éventuellement supérieure à un seuil adapté, de préférence comprise entre 250 et 1000 minutes.

**[0062]** La phase de trempage peut être réalisée dans un diffuseur qui est adapté pour conserver les matières solides d'origine végétale (de la plante de chanvre). Pour cela, le diffuseur peut inclure une cuve équipée d'un filtre, de préférence sous la forme d'une grille. A l'aide d'un obturateur mobile, par exemple déplacé d'une position de fermeture à une position d'ouverture pour libérer un passage d'évacuation prévu dans une partie de fond de la cuve, il est permis (à la fin du trempage) d'évacuer l'eau de trempage en retenant le matériau dans la cuve, à l'aide du filtre.

**[0063]** L'étape 52 d'humidification a une durée typiquement suffisante pour décompacter les morceaux de chènevotte. Ceci peut être facilité avec la chaleur, en utilisant de la vapeur d'eau, par exemple formée lors de la phase d'étuvage. Dans le cas non limitatif de la figure 1, on a illustré une étape 52 d'humidification réalisée avant l'introduction dans la ligne d'extrusion 4. Dans des variantes, l'utilisation d'eau liquide et/ou de vapeur d'eau peut se poursuivre ou peut commencer pendant l'étape 53 d'extrusion.

**[0064]** L'étape 52 d'humidification peut faire passer le matériau broyé d'un état de séchage correspondant à une première siccité, comprise entre 75 et 95%, à un état humidifié correspondant à une siccité inférieure à 40%, par exemple comprise entre 20 et 35%. Dans des options de réalisation, l'étape 52 d'humidification peut être pré-

vue au stade de la récolte et du conditionnement de la matière première. Par exemple, l'étape 52 peut être prévue avant ou pendant une étape 50 et/ou 51 permettant la réduction en taille pour constituer le matériau brut humidifié.

**[0065]** Dans une variante de réalisation, compatible ou indépendante d'une humidification préalable, une addition d'eau peut être réalisée pendant un dosage dans une extrudeuse et/ou pendant l'étape 53 d'extrusion afin d'obtenir une siccité adaptée, par exemple inférieure à 40 ou 50 %. Typiquement, comme détaillé ci-après, l'étape 53 d'extrusion est appliquée en chauffant un matériau broyé chargé en eau, donc en chauffant l'eau de ce matériau.

### Production d'une pâte

**[0066]** En référence à la figure 2, une pâte 3 défibrée est obtenue après des phases de traitement mécanique, dans une ligne d'extrusion 4. Après un transfert et une étape 41 d'alimentation du matériau brut broyé, par exemple à l'aide d'un doseur, dans la ligne d'extrusion 4, ces phases sont réalisées pour permettre de convertir les morceaux de chènevotte en fibres. Le matériau, qui alimente une extrudeuse, peut être un matériau brut humidifié 1' résultant d'un traitement qui permet un niveau de mouillage suffisant des morceaux de chènevotte. Ce mouillage peut être typiquement contrôlé pendant l'étape 52 d'humidification, notamment en contrôlant une durée de trempage et une durée d'étuvage dans des options. Le matériau mouillé est débarrassé de l'air (en chassant par exemple plus de 50% de cet air) remplissant des zones poreuses des composants du matériau.

**[0067]** La ligne d'extrusion 4 peut consister en une extrudeuse bi vis, comportant deux vis 14, 15 parallèles actionnées en rotation et rendues co-rotatives, donc tournant suivant la même direction F comme illustré sur la figure 3 par exemple. La ligne d'extrusion 4 peut présenter des moyens de contrôler et où maintenir une température de chauffe qui dépasse un seuil de 100°C, permettant une évaporation partielle/progressive de l'eau contenue dans matériau brut humidifié 1'. À titre d'exemple non limitatif, la ligne d'extrusion 4 peut être une extrudeuse bi-vis. Dans l'extrudeuse, les arbres rotatifs des vis 14, 15 permettent le montage amovible d'organes aptes à composer des tronçons de traitement mécanique. Il est prévu ainsi une alternance de tronçons, par exemple conçus séparément, pour obtenir différents effets.

**[0068]** En variante, l'extrudeuse est mono-vis et des tronçons de traitement différents sont également prévus.

**[0069]** En référence aux figures 2 et 3, les deux vis 14, 15 peuvent délimiter entre elles des zones de passage pour le matériau broyé. La succession de tronçons permet de réaliser un déplacement (de la gauche vers la droite par exemple dans le cas de la figure 3) et un traitement mécanique du matériau broyé et humidifié 1', afin d'augmenter la quantité de fibres. Les morceaux de chène-

nevoite mouillés qui passent régulièrement entre les deux vis 14, 15 sont réduits et convertis au moins partiellement en fibres individualisées. Plus généralement, la ligne d'extrusion 4 est configurée pour réaliser une réduction des petits morceaux de la chènevotte par séparation entre elles des fibres humidifiées et chauffées contenues au départ dans ces morceaux.

**[0070]** Dans l'option de la figure 2, la ligne d'extrusion 4 présente en alternance des tronçons 42, 44, 46, 48 de convoyage et des tronçons 43, 45, 47 pourvus de contrefilets avec des rainures de passage 16. Ici, il est prévu un tronçon 49 de convoyage adjacent à ou permettant de former une sortie d'extrudeuse. Dans les tronçons de traitement à contrefilets 43 45 47, l'extension ou taille d de la rainure (mesurée perpendiculairement aux axes des vis) peut être comprise entre 6 et 10 mm. Eventuellement, dans un premier tronçon 43 à contrefilets parmi les tronçons 43, 45, 47, cette taille d peut être supérieure à la taille prévue pour la rainure dans un dans au moins un autre des tronçons (exemple, une rainure d'environ 8 mm peut être prévue dans ce premier tronçon, et une rainure d'environ 6 mm peut être prévue au moins dans le dernier tronçon 47 présentant des contrefilets).

**[0071]** La ligne d'extrusion 4 peut admettre, la totalité du matériau broyé humidifié 1', qui inclut elle-même tous les composants solides du matériau brut broyé 1 obtenu à la récolte et/ou avant une étape 52 d'humidification. Parmi les tronçons de traitement 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49 de la ligne d'extrusion 4, au moins un tronçon T peut présenter, comme visible par exemple sur la figure 3 :

- une région pourvue de contrefilets répartis sur les deux vis 14, 15 ;
- une zone d'accumulation du matériau humidifié pouvant inclure la région à contrefilets, les rainures 16 correspondantes participant à l'effet d'accumulation en limitant la section de passage pour la circulation du matériau vers la zone suivante ;
- une zone de compression du matériau broyé humidifié, adjacente à la zone d'accumulation (typiquement en aval de la zone d'accumulation).

**[0072]** Des organes malaxeurs 18 peuvent être disposés en aval d'un au moins des tronçons 43, 45, 47 à contrefilets. Les différents organes de l'extrudeuse sont montés, dans la structure bi-vis, de façon à obtenir des profils conjugués. Les vis sont les vis 14, 15 peuvent être interpénétrantes pour compresser le matériau

**[0073]** La succession de phases de compression, cisaillement, malaxage et transport tend à homogénéiser le mélange contenant les trois fractions, dans la mesure où les morceaux (non défibrés) de la troisième fraction sont de plus en plus réduits, typiquement pour passer d'une taille centimétrique ou de quelques millimètres à une taille (longueur) submillimétrique. Ces morceaux réduits (typiquement de largeur supérieure à 75 microns) issus de la partie ligneuse sont appelés bûchettes dans

tout ce qui suit. On obtient ainsi une pâte défibrée 3, collectée à la sortie de la ligne d'extrusion 4.

**[0074]** Dans ce qui suit, on désigne par fibres de la première fraction les fibres libériennes (partie libérienne) de la plante de chanvre. Les poussières sont des particules non fibreuses, volatiles et de nature organique.

**[0075]** La pâte contient des fibres cellulosiques, par exemple au moins au nombre 3 ou 4 millions par gramme de pâte, par exemple contenant plus de 4,5 millions de fibres par gramme de pâte, ce nombre pouvant être compris entre 5 et 12 millions, par gramme de pâte. On entend ici par fibres des constituants ayant une longueur suffisamment importante, par exemple supérieure ou égale à 200 micromètres

**[0076]** La longueur moyenne arithmétique des fibres, déterminée par analyse morphologique, peut être supérieure à 400 micromètres, tandis que la longueur moyenne pondérée en longueur peut dépasser 650 micromètres. La largeur moyenne des fibres peut être comprise entre 20 et 30 micromètres.

**[0077]** La teneur en bûchettes, formant les morceaux fibreux de taille submillimétrique ou inférieure à 2 mm, peut être inférieure à 0,1 ou 0,2 millions, par gramme de pâte. Typiquement le ratio entre la quantité de fibres et la quantité de bûchettes peut être supérieur à 20 pour 1, de préférence supérieur ou égale à 40 pour 1 pour 50 pour 1. Le comptage des fibres et des bûchettes, confirmant cette distribution et les informations quantitatives associées, peut être réalisé par un analyseur de type MorFi (avec une analyse d'image avec résolution microscopique), commercialisé par la société Techpap. Cet appareil analyseur (par exemple tel que ceux conçus par le Centre Technique du Papier CTP et TechPap) est adapté pour la caractérisation morphologique et comportementale des fibres.

**[0078]** Les mesures peuvent être effectuées dans l'environnement naturel des fibres sur une suspension fibreuse passant dans une veine de mesure où un système optique composé d'une caméra DTC (ou CCD en anglais) haute résolution et d'une source lumineuse permet l'acquisition des images immédiatement traitées par un ordinateur. La mesure est une représentation statistique fiable des caractéristiques des fibres.

**[0079]** Dans le cas du traitement mécanique du matériau préparé selon l'exemple expérimental, après une étape 52 d'humidification se terminant par la mise à l'étuve du matériau trempé/mouillé (matière humide étuvée à vapeur à 100°C pendant 20 minutes), un traitement mécanique dans l'extrudeuse bi-vis Evolum 32 de Clextral a été réalisé, après introduction du chanvre broyé ré-humidifié et étuvé dans l'extrudeuse via un doseur équipé d'une vis d'alimentation.

**[0080]** L'extrudeuse bi-vis est configurée avec trois zones de compression avec des contrefilets ayant des ouvertures de 8 - 6 - 6 mm. Le débit en matière première est fixé à 8,5 kg/h (équivalent secs) et une vitesse de rotation des deux axes de 500 tours/min. Une température de consigne de 110°C est donnée pour l'ensemble

des fourreaux de l'extrudeuse, qui se décompose schématiquement de la façon illustrée sur la figure 2. La ou les vitesses de rotation dans l'extrudeuse peuvent varier entre 300 et 1000 tours/min. Le débit de matière première peut être adapté, par exemple compris entre 5 et 8 kg/h ou prévu entre 8 et 9 kg/h ou davantage, à titre d'exemple non limitatif.

**[0081]** Toujours selon l'exemple expérimental, le défilage du chanvre entier broyé (et réhumidifié) dans l'extrudeuse bi-vis a permis de produire une pâte ayant un indice d'égouttage de 430 ml CSF. Il s'agit d'un faible indice d'égouttage et il s'avère qu'on a obtenu un mélange de fibres cellulosiques longues et de fibres de la chènevotte. La consommation d'énergie de l'extrudeuse est de 675 kWh/t, soit une valeur nettement inférieure à des copeaux de bois. La pâte défibrée produite est composée de fibres de 0,676 mm de longueur moyenne (moyenne pondérée en longueur), de fines et de bûchettes. L'analyse MorFi montre que des fibres de longueur supérieure à 2,5 mm sont présentes dans la pâte 3.

**[0082]** La quantité de bûchettes, même si elle reste ici significative, est faible : 17,3% en surface avec une longueur moyenne de seulement 4,7 micromètres. Ces bûchettes proviennent de la chènevotte qui n'a pas été suffisamment/complètement défibrée. Bien entendu, les fibres cellulosiques sont particulièrement longues, en prenant pour direction de la longueur la direction d'extension des fibres, par rapport au morceaux fibreux (bûchette) courts formant les résidus de chènevotte. Par exemple, on constate pour les fibres une différence de l'ordre 100 pour 1 par rapport aux bûchettes (par exemple 460 micromètres en moyenne pour les fibres, contre 4,7 micromètres pour les bûchettes/morceaux fibreux résiduels de chènevotte) en prenant pour direction de la longueur la direction d'extension des fibres. A contrario, les bûchettes sont bien entendu plus épaisses/plus larges avec une largeur typiquement 10 fois plus grande qu'une largeur de fibre (la largeur étant une dimension transverse par rapport à la longueur d'extension des fibres individuelles).

**[0083]** Des éléments fins (fines), présents dans la pâte, ne sont pas gênant dans les aptitudes au moulage de la pâte 3. Le comportement de cette pâte défibrée, riche en fibres cellulosiques longues et de très bonnes résistances (fibres issues du chanvre) est pleinement compatible avec/adapté à la fabrication d'objets en cellulose moulée.

**[0084]** Plus généralement, le procédé permet d'obtenir une pâte 3 défibrée car riche en fibres longues, par exemple atteignant ou dépassant le demi-millimètre ou le millimètre, cette pâte étant apte au moulage. Un début de mise en forme peut être réalisé à la sortie de la ligne d'extrusion 4, en choisissant une forme de section déterminée pour l'ouverture prévue à la sortie d'un alésage ou canal similaire d'extrudeuse.

### Traitement(s) complémentaire(s) optionnel(s) de la pâte

**[0085]** En référence à la figure 1, la pâte défibrée 3 peut optionnellement subir un traitement complémentaire, de nature non chimique. Eventuellement, la pâte peut être classée lors d'une étape 54 de classage, afin de limiter ou éliminer les bûchettes ou morceaux de chènevotte similaire pouvant être considérés comme gênants dans certains types de moulage ou applications similaires de mise en forme. L'étape 54 de classage peut être mis en oeuvre à l'aide de classeurs à tamis rotatifs sous pression à basse consistance. Ceci permet de rejeter ou séparer les parties fibreuses grossières, formant un bloc trop épais (par exemple d'une largeur supérieure à un seuil, éventuellement de l'ordre de 300 ou 500 micromètres). Une séparation de ces parties fibreuses grossières peut être suivie d'une réintroduction de ces parties dans une étape (par exemple étape 52 ou 53) plus en amont du procédé. En complément ou en alternative, la pâte peut subir une étape 56 raffinage, dont un exemple non limitatif sera détaillé plus loin.

**[0086]** En variante, la pâte 3 collectée directement à l'issue de l'étape 53 d'extrusion peut constituer une pâte prête au moulage pour former des contenants, par exemple à usage alimentaire (assiettes, barquettes) ou des ustensiles.

**[0087]** La pâte 3 peut être obtenue avec une consommation énergétique inférieure à 800 ou 900 kWh/t, par exemple de l'ordre de 675 kWh/t (en totalité, ici en incluant les étapes 50 à 53). C'est faible, surtout dans un procédé sans la moindre utilisation d'additif chimique. La température peut ne pas dépasser 115 ou 120°C.

### Option d'un raffinage

**[0088]** Avant d'être envoyé sur une machine de moulage ou autre machine de mise en forme permettant d'obtenir un contenant 36, la pâte 3 peut subir d'abord un raffinage, avec une épuration précédant ou succédant à ce raffinage. En référence à la figure 1, l'étape 55 d'épuration peut être réalisée en faisant circuler la pâte, éventuellement mélangée à de l'eau pour former une suspension, en enlevant par exemple les morceaux ou bûchettes résiduelles ainsi que les poussières (au moins pour partie).

**[0089]** A l'étape 56 de raffinage, il est permis, par action mécanique sur les fibres en milieux aqueux, de modifier leurs caractéristiques, en particulier leur aptitude aux liaisons interfibres et donc à la résistance de la pâte de chanvre (pâte plus structurale). Après l'étape 56, la suspension fibreuse peut subir un nouveau traitement, par exemple pour ajuster la teneur en eau (comprise par exemple entre 10 et 90%).

**[0090]** L'étape 56 de raffinage est optionnelle. Une telle étape de raffinage peut être réalisée à haute concentration. L'équipement/dispositif raffineur 7 peut fonctionner à chaud, par exemple à 120°C sous 1 bar de pression,

avec une vitesse de rotation des disques du raffineur de plusieurs milliers de tours par minutes, par exemple de 3000 tr/min, comme utilisé dans un procédé à haut rendement. Ce genre d'étape 56 peut permettre d'obtenir une pâte raffinée avec un indice d'égouttage CSF de 200-250 ml ou compris entre 250 et 450 ml.

**[0091]** Pour améliorer la qualité des fibres de la pâte 3 obtenue par extrusion et développer les liaisons inter fibres (ce qui structure le matériau lors de la fabrication de cellulose moulée, ici issue uniquement du chanvre), l'étape 56 de raffinage peut être effectuée avec un dispositif raffineur 7 qui peut fonctionner à basse consommation (pas plus de 100 kWh/t par exemple). Dans des modes de réalisation, le raffineur 7 peut être un raffineur pilote à disques ou éléments en plaque rotatifs ayant de préférence chacun un même diamètre externe. Un tel raffineur 7 peut être équipé d'un compartiment de traitement mécanique ou pulpeur, associé à une vis d'alimentation ou tout moyen d'alimentation adapté (une pompe pouvant être typiquement prévue), d'une unité de paramétrage (le cas échéant avec une armoire électrique ou unité similaire) et d'un moteur. Le corps du raffineur 7 et toutes les pièces en contact avec la pâte de chanvre 3 peuvent être en acier inoxydable. Chaque plaque ou disque 71, 72, 73, 74 peut résulter de l'assemblage de différentes pièces, constituant chacune un secteur angulaire du disque (par exemple compris entre 15 et 120 ou 180°).

**[0092]** L'étape 56 de raffinage peut se faire en un seul passage dans le raffineur 7, optionnellement dans les conditions suivantes :

- Vitesse de 2750 tours/min pour la rotation relative entre deux disques ;
- Température d'environ 120°C ;
- Pression environ 1 bar ;
- Vitesse de la vis d'alimentation : 10 tours/min ;
- Débit massique d'environ 13 kg/h, en équivalent sec.

**[0093]** En référence à la figure 6, le raffineur 7 peut disposer d'un châssis sur lequel un arbre X est monté en rotation. Dans le carter 75 de raffineur incluant une entrée de matière première et une sortie de matière première, la pâte 3 admise via l'entrée peut s'écouler en direction de la sortie. Le raffineur 7 peut présenter un ou plusieurs disques non-rotatifs 71, 72 et un ou plusieurs disques rotatifs 73, 74.

**[0094]** A titre d'exemple non limitatif, le raffineur 7 peut présenter un premier disque 71 non-rotatif monté sur une première plaque ou structure fixe faisant partie du carter 75, un second disque non-rotatif 72 monté sur une seconde plaque ou structure support agencée de façon espacée et parallèle au premier disque non-rotatif 71. La seconde plaque peut faire partie d'une partie mobile, éventuellement montée sur charnière/articulée par rapport au reste du carter 75. Un certain mouvement ou degré de liberté en coulissement du second disque non-rotatif 72 en direction du premier disque non-rotatif 71

peut être prévu dans certaines options. Le raffineur 7 comporte ici en outre un rotor 70 monté sur l'arbre X, qui permet de supporter un troisième disque 73 et un quatrième disque 74 (mobiles avec le rotor/solidaire en rotation de celui-ci) pour permettre une fonction de raffinage, dans un état opérationnel monté et installé, parallèlement aux disques non-rotatifs respectifs 71, 72. L'arbre X transmet le mouvement de rotation au rotor 70; et il peut être formé une ou plusieurs chambres du raffineur 7, dans lesquelles peut s'écouler la pâte à enrichir en fibres structurelles.

**[0095]** Bien entendu, le raffineur 7 peut se présenter sous d'autres formes que celle illustrée, par exemple en permettant des rotations de disques en sens inverse. A titre d'option, le raffineur 7 peut être du genre commercialisé par la société autrichienne Andritz, par exemple en utilisant des disques de 30 cm de diamètre. Dans des options/variantes, le raffineur 7 peut être à garniture conique.

**[0096]** Optionnellement, on peut contrôler la température de la pâte 3, par exemple dans la gamme comprise entre 110 et 135°C, par exemple de l'ordre de 120°C, sous 1 bar de pression. Afin de conserver la qualité des fibres de la pâte 3, la pression hydraulique requise pour l'étape 56 de raffinage peut être maintenue inférieure ou égale à 3 ou 4 bars, par exemple inférieure à 2 bars. La vitesse de rotation relative entre une paire de disques (71, 73 ; 72, 74) qui se font face peut être comprise entre 1000 et 5000 tours/minute. Le cas échéant, pour des disques tournant en sens inverse, une rotation à 1200 tours/min dans un sens peut être associée à une rotation à 1800 tours/min dans l'autre sens (ce qui correspond à une vitesse relative de 3000 tours/min).

**[0097]** La consommation d'énergie dans l'étape 56 de raffinage peut s'élever à moins de 100 kWh/tonne de pâte. Eventuellement, au moins 5% de la consommation d'énergie totale est fournie au raffinage.

#### Moulage d'un contenant

**[0098]** La pâte 3 défibrée obtenue à l'aide du procédé peut permettre de réaliser des contenants 36 plus ou moins épais, par un moulage typiquement réalisé à une température qui dépasse 100 ou 121°C. Par exemple, la température de moulage peut être supérieure ou égale à 130°C, en particulier typiquement supérieure au maximum de la température atteinte lors du traitement mécanique ayant permis d'obtenir la pâte 3.

**[0099]** Dans des modes de réalisation, la pâte 3 ou 3' est utilisée dans un procédé de moulage utilisant une pulpe consistant en cette pâte 3 ou 3' avec éventuellement de l'eau ajoutée, par exemple avec une teneur massique de 65%- 80% en eau. Un bac de suspension fibreuse peut être prévu en association avec un moule filtrant sous vide. En référence à la figure 4A, la pâte 3 ou la pâte 3' ayant subi une étape 56 de raffinage peut constituer la totalité des fibres du bain et qui vont former la partie solide de la couche C30 récupérée sur une por-

tion de moule. Le procédé de moulage peut inclure par exemple les étapes successives suivantes :

- on dispose, dans un bac/ réservoir 8, d'un bain liquide 30 de pulpe fibreuse (pulpe contenant les fibres de la pâte 3 ou 3'), de l'eau pouvant être ajoutée directement dans ce réservoir 8 ;
- une mise en forme préalable (façonnage) est réalisée, en immergeant dans le bain 30 une portion rigide de moule 33, mobile, qui inclut ou qui peut correspondre à une portion mâle (permettant de définir une face intérieure du contenant 36 à mouler), de sorte que les fibres sont rassemblées en une couche brute C30 déposée sur la portion rigide de moule 33 ; un effet d'aspiration par un système 19 d'aspiration/vide du moule filtrant peut être prévu, de préférence pour l'agglutination/accollement de la couche C30 déposée, avec un effet de moulage contre la portion rigide de moule 33 ;
- optionnellement, après le préformage/façonnage et en ayant sorti du bain 30 la portion rigide de moule 33 recouverte de la couche brute C30, on peut réaliser un pré-pressage participant à réduire la fraction de liquide, passant par exemple de 65-80% à 50-69% ; un tel pré-pressage utilise une autre portion de moule complémentaire, éventuellement sans chauffage, en rapprochant entre elles cette portion femelle et la portion mâle recouverte de la couche C30, en recouvrant par le dessus cette couche pour fermer le moule de pré-pressage. On obtient une pièce moulée C3 qui contient typiquement encore une grande quantité d'eau.

**[0100]** Ensuite, un moulage à chaud est réalisé, par exemple à simple presse dans le même moule ou de préférence dans une station 20 spécifique de pressage à chaud (différente du moule précédemment utilisé) après un transfert de la pièce C3. La station 20 illustrée sur la figure 4B peut recevoir la pièce C3 sur la partie ou outil inférieur 21, avant d'obtenir une pression avec le déplacement relatif de l'outil supérieur/de recouvrement 35 et un chauffage, par exemple à une température comprise entre 125 ou 130 et 150°C, optionnellement de l'ordre de 140°C. Le pressage à chaud de la pièce moulée C3 ayant subi le pré-pressage, a un effet de séchage et permet d'affiner l'épaisseur de paroi, avec une pression de pressage à chaud. On comprend que le moulage à chaud est réalisé avec une deuxième pressurisation de formage supérieure à une première pressurisation de formage utilisée lors du pré-pressage.

**[0101]** La station de pressage à chaud 20 peut comporter :

- l'outil/élément inférieur de pressage à chaud 21, par exemple maintenu fixe, avec un côté de pressage à chaud 21a adapté à un contour (par exemple la cavité interne) de la pièce moulée formant le contenant 36 ; et

- l'outil/élément supérieur de pressage à chaud 35, pouvant former une portion femelle pour le contact de formage d'une partie externe du contenant 36.

**[0102]** La pièce moulée C3 étant placée ou insérée sur l'élément inférieur 21 pendant le transfert et dans le pressage à chaud, l'élément supérieur ici mobile de pressage à chaud 35 est pressé sur celui-ci pour obtenir le pressage à chaud de la pièce C3 interposée. Eventuellement, l'outil inférieur de pressage à chaud 21 comprend également des canaux 21c sur son côté de pressage à chaud 21a, par lesquels la solution liquide peut être au moins partiellement évacuée pendant le pressage à chaud.

**[0103]** Ainsi, la pièce moulée finale formant le contenant 36 est façonnée avec une réduction supplémentaire de la proportion de la liquide (eau), par exemple en dessous de 10 %, de préférence à environ 7%, ce grâce à quoi le contenant 36 est alors suffisamment résistant et dimensionnellement stable.

**[0104]** Bien entendu, de nombreuses méthodes de formage peuvent être utilisées pour réaliser un contenant 36 en trois dimensions, qui peut constituer un emballage alimentaire, par exemple une barquette. La température de formage peut dépasser une température seuil de stérilisation, par exemple 121°. La pâte traitée mécaniquement, une fois formée à chaud peut permettre de réaliser une face intérieure du contenant adaptée pour le contact alimentaire. Aucune couche de revêtement ni spray n'est requis dans des options de réalisation du contenant 36 à partir de la pâte 3, 3'.

**[0105]** En référence aux figures 5A et 5B, il est illustré une option de moulage qui utilise une couche en plaque 30 formée par exemple exclusivement de la pâte 3 ou 3'. La couche en plaque 30 est ici illustrée avec une épaisseur sensiblement constante. Dans des options de ce genre, une première mise en forme du matériau pâteux constitué de la pâte défibrée collectée 3 ou de la pâte 3' épurée est réalisée. Comme illustré sur la figure 1, une pâte épurée 3' ayant subi une étape 54 de classage (après l'étape 53 d'extrusion) et/ou une étape 55 de raffinage peut être aussitôt exploitée dans une application de moulage. Lorsqu'une première mise en forme a été réalisée, éventuellement par un passage entre deux rouleaux rotatifs rigides, l'obtention d'un contenant 36 peut résulter d'une deuxième mise en forme, par compression et/ou étirement dans un moule 20 pour obtenir tout ou partie d'un contenant 36 en trois dimensions.

**[0106]** La pâte permet de réaliser une face intérieure du contenant compatible avec le contact alimentaire. Dans le cas des figures 5A-5B, la face interne du contenant 36 épouse la forme d'un poinçon 20c ou partie mâle/pénétrante similaire du moule 20. Aucune couche de revêtement ni spray n'est requis dans des options de réalisation d'un tel contenant 36.

**[0107]** Quel que soit le mode de formage, on peut mouler un contenant 36 prêt à l'emploi, qui est ressorti du moule 20 en séparant les différentes parties 20a, 20b de celui-ci. Optionnellement, seule la partie de moule 20b

qui inclut le poinçon 20c peut être mobile, l'autre partie 20 qui peut être creuse restant fixe.

**[0108]** La présente divulgation ne se limite pas aux modes de réalisation décrits ci-avant, seulement à titre d'exemple, mais elle englobe toutes les variantes que pourra envisager l'homme de l'art dans le cadre de la protection recherchée.

## Revendications

1. Procédé de transformation d'une matière brute fibreuse biosourcée, pour former une pâte cellulosique apte au moulage, **caractérisé en ce que** :

- ladite matière brute consiste en de la paille de chanvre (10), avec les feuilles sans les racines, incluant ainsi la chènevotte ;
- la transformation est mécanique, c'est-à-dire sans additif chimique, la matière étant introduite et mise à circuler dans une ligne d'extrusion (4) ;

**et en ce que**, après un morcellement de la paille de chanvre (10) permettant d'obtenir un matériau brut broyé (1) incluant trois fractions mélangées consistant en une première fraction composée de fibres, une deuxième fraction composée de poussières, et une troisième fraction composée de morceaux de chènevotte, le procédé comprend les étapes suivantes :

- un transfert du matériau brut broyé, à l'aide d'un doseur (41), dans la ligne d'extrusion (4), sachant que ledit matériau est humidifié pendant une étape (52) d'humidification ;
- un traitement mécanique du matériau broyé et humidifié (1') pour augmenter la quantité de fibres, avec conversion au moins partielle des morceaux de chènevotte mouillés en fibres, les morceaux de chènevotte étant réduits entre deux vis (14, 15) parallèles de la ligne d'extrusion (4) servant à faire circuler le matériau broyé et humidifié (1') ; et
- une collecte, à une sortie de la ligne d'extrusion (4), d'une pâte défibrée (3).

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel l'étape (52) d'humidification est de durée suffisante pour décompacter les morceaux de chènevotte en utilisant de la vapeur d'eau, l'étape (52) d'humidification étant réalisée de préférence avant l'introduction dans la ligne d'extrusion (4) ;  
et dans lequel, au cours du traitement mécanique, on réalise simultanément un chauffage ou réchauffage permettant un échauffement et/ou une vaporisation de l'eau contenue dans des pores des morceaux décompactés et une réduction des morceaux décompactés.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel la totalité du matériau broyé humidifié (1') circule entre les deux vis (14, 15), co-rotatives, qui appartiennent à une extrudeuse bi-vis, les deux vis (14, 15) délimitant entre elles plusieurs tronçons de traitement (42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49), dont au moins un tronçon (T) présente :

- une zone d'accumulation du matériau humidifié ; et
- une zone de compression du matériau broyé humidifié (1'), adjacente à la zone d'accumulation.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'étape (52) d'humidification fait passer le matériau broyé d'un état de séchage correspondant à une première siccité, comprise entre 75 et 95%, à un état humidifié correspondant à une siccité inférieure à 40%, de préférence comprise entre 20 et 35%, et dans lequel l'étape (52) d'humidification inclut :

- une phase de trempage suivie d'une phase d'étuvage ;
- et/ou une mise en contact du matériau broyé (1) avec de l'eau de trempage pendant une durée d'au moins 200 minutes, de préférence comprise entre 250 et 1000 minutes, dans un diffuseur incluant une cuve équipée d'un filtre, de préférence sous la forme d'une grille, un obturateur étant déplacé d'une position de fermeture à une position d'ouverture d'un passage d'évacuation prévu dans une partie de fond de la cuve afin de permettre une évacuation de l'eau de trempage en retenant ledit matériau dans la cuve à l'aide du filtre.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la pâte défibrée (3) est introduite dans un raffineur (7) incluant au moins une paire de disques, lors d'une étape (56) de raffinage au cours de laquelle une vitesse de rotation relative entre deux disques (71, 72 ; 73, 74) appariés pour permettre un raffinage est comprise entre 1000 et 5000 tours/minute.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'étape de traitement mécanique est une étape (53) d'extrusion réalisée en paramétrant une longueur utile et/ou une vitesse de rotation des deux vis (14, 15) parallèles afin d'obtenir, pour la pâte défibrée collectée, un indice d'égouttage du standard CSF compris entre 200 mL et 500 mL, de préférence compris entre 230 et 460 mL.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel des bûchettes de taille

- submillimétrique sont présentes dans la pâte défibrée collectée (3), le procédé comprenant en outre une étape (54) de classage pour séparer des bûchettes restant dans la pâte collectée et/ou une étape (56) de raffinage, permettant de transformer les bûchettes en fibres. 5
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la pâte défibrée collectée (3) est utilisée, de préférence après une étape d'épuration par rinçage et/ou filtration, comme pulpe dans une étape de moulage (58) dans un moule, (20) en particulier dans un moule à organe mobile presseur (20c) ou dans un moule à injection, afin d'obtenir un contenant (36) en trois dimensions. 10  
15
9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel une couche en plaque (30), de préférence d'épaisseur sensiblement constante, est obtenue par une première mise en forme d'un matériau pâteux constitué de la pâte défibrée collectée (3) ou d'une pâte épurée obtenue à partir de la pâte défibrée collectée après une étape (54) de classage et/ou une étape (55) de raffinage, 20  
25  
et dans lequel la couche en plaque (30) est déformée, lors d'une deuxième mise en forme, par compression et/ou étirement dans un moule (20) pour obtenir tout ou partie d'un contenant (36) en trois dimensions, formant de préférence un emballage alimentaire. 30
10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel un matériau pâteux constitué de la pâte défibrée collectée ou d'une pâte épurée obtenue à partir de la pâte défibrée collectée, après une étape de classage et/ou une étape de raffinage, est injecté dans un moule (20) pour obtenir tout ou partie d'un contenant (36) en trois dimensions, formant de préférence un emballage alimentaire. 35  
40
11. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le morcellement est contrôlé pour s'opposer à une dégradation des fibres de la première fraction, en limitant une vitesse de rotation d'un arbre d'un broyeur en dessous d'un seuil prédéterminé, qui est de préférence inférieur ou égal à 200 tours/min. 45  
50  
55

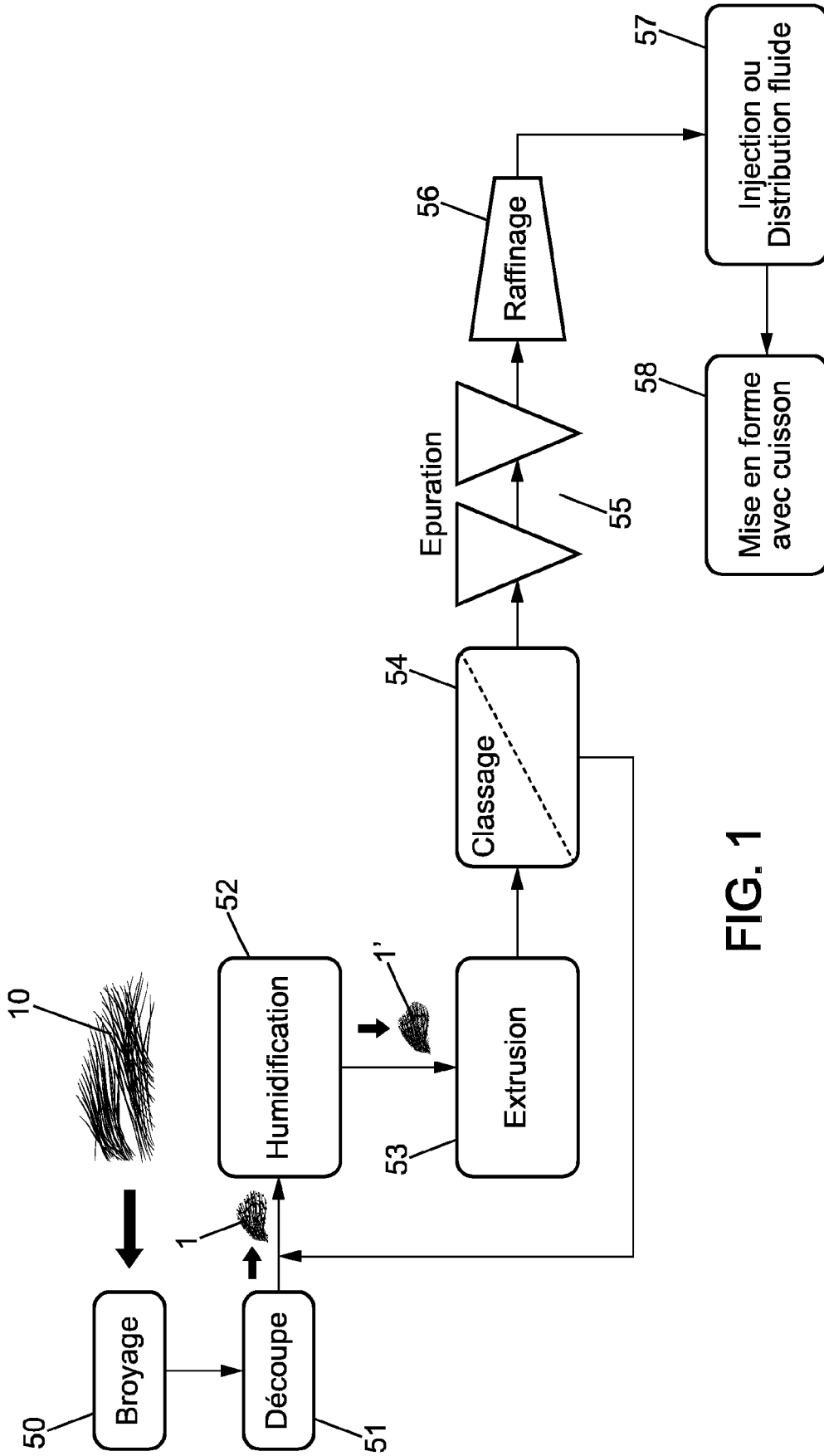


FIG. 1



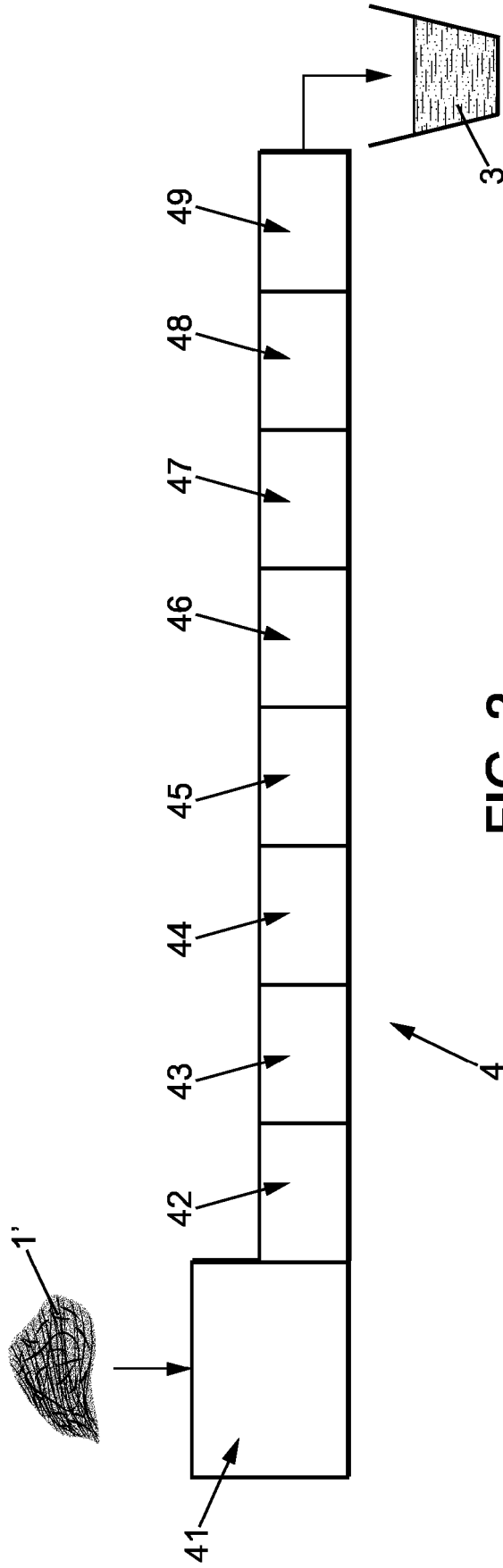


FIG. 2

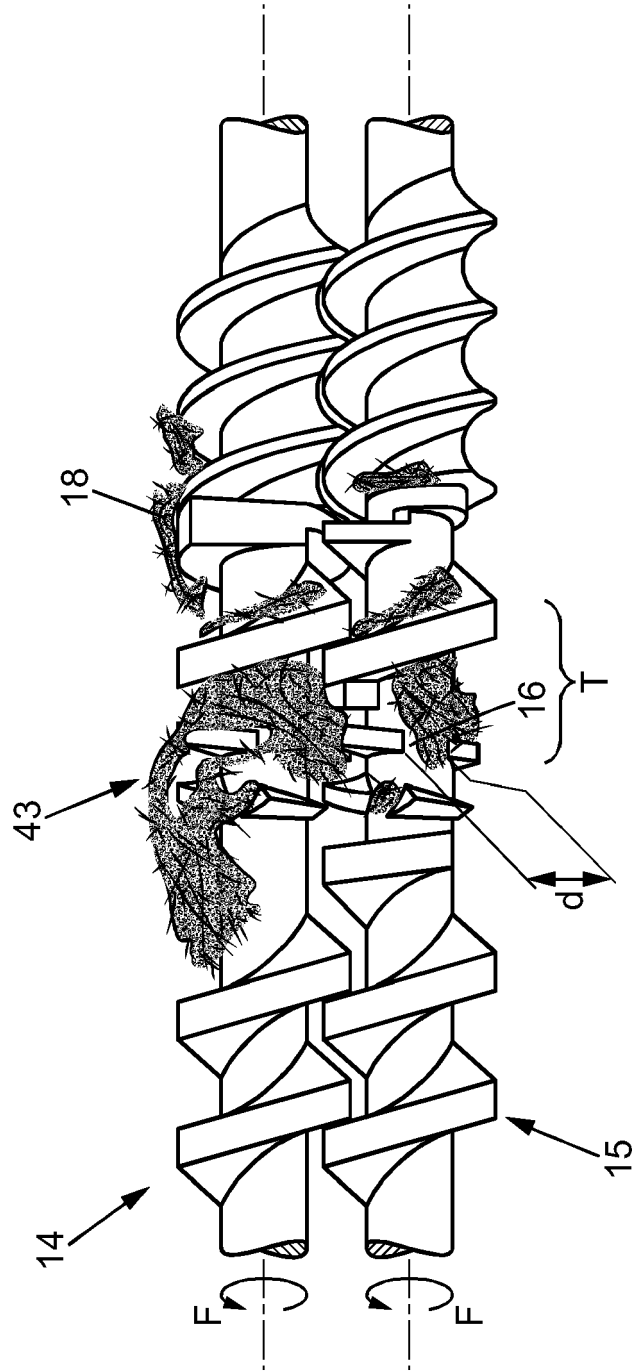


FIG. 3

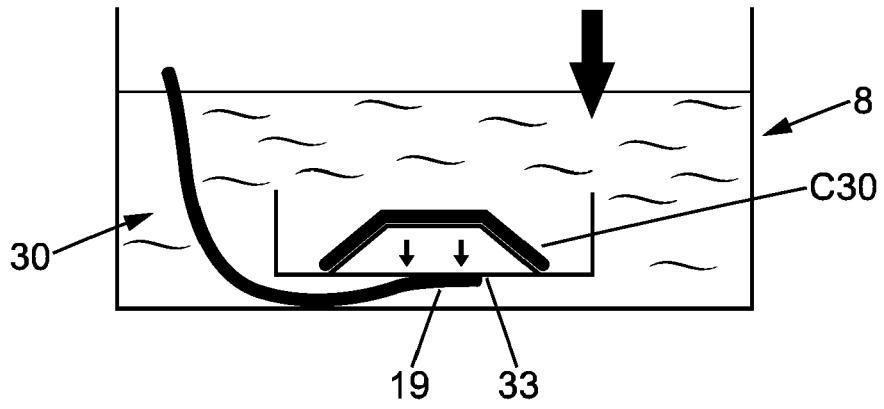


FIG. 4A

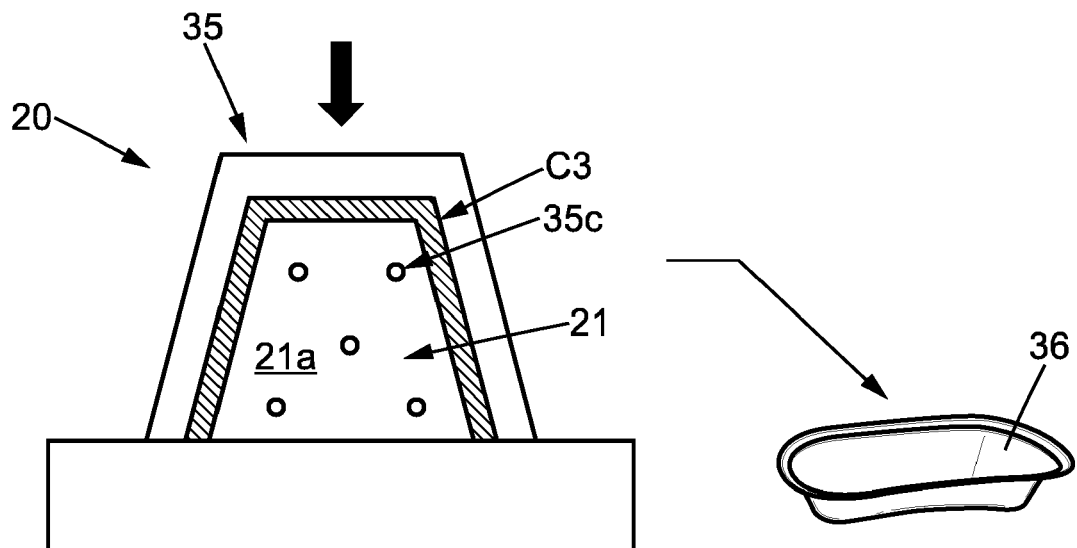
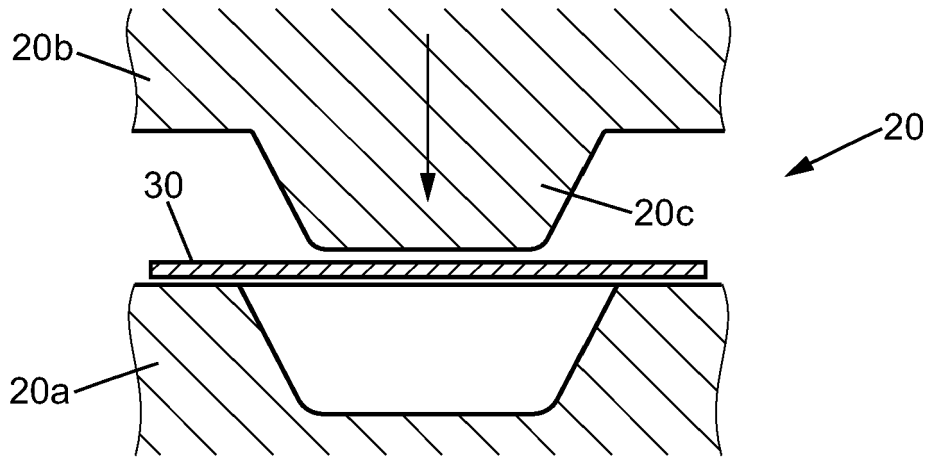
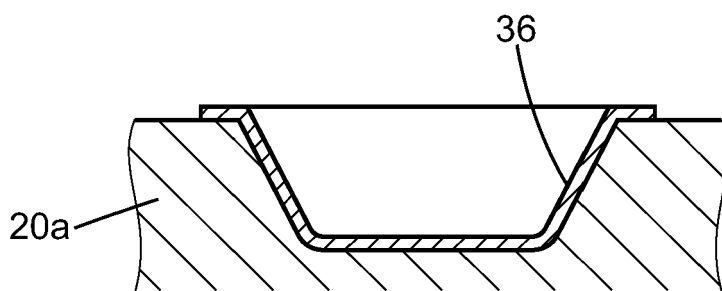


FIG. 4B



**FIG. 5A**



**FIG. 5B**

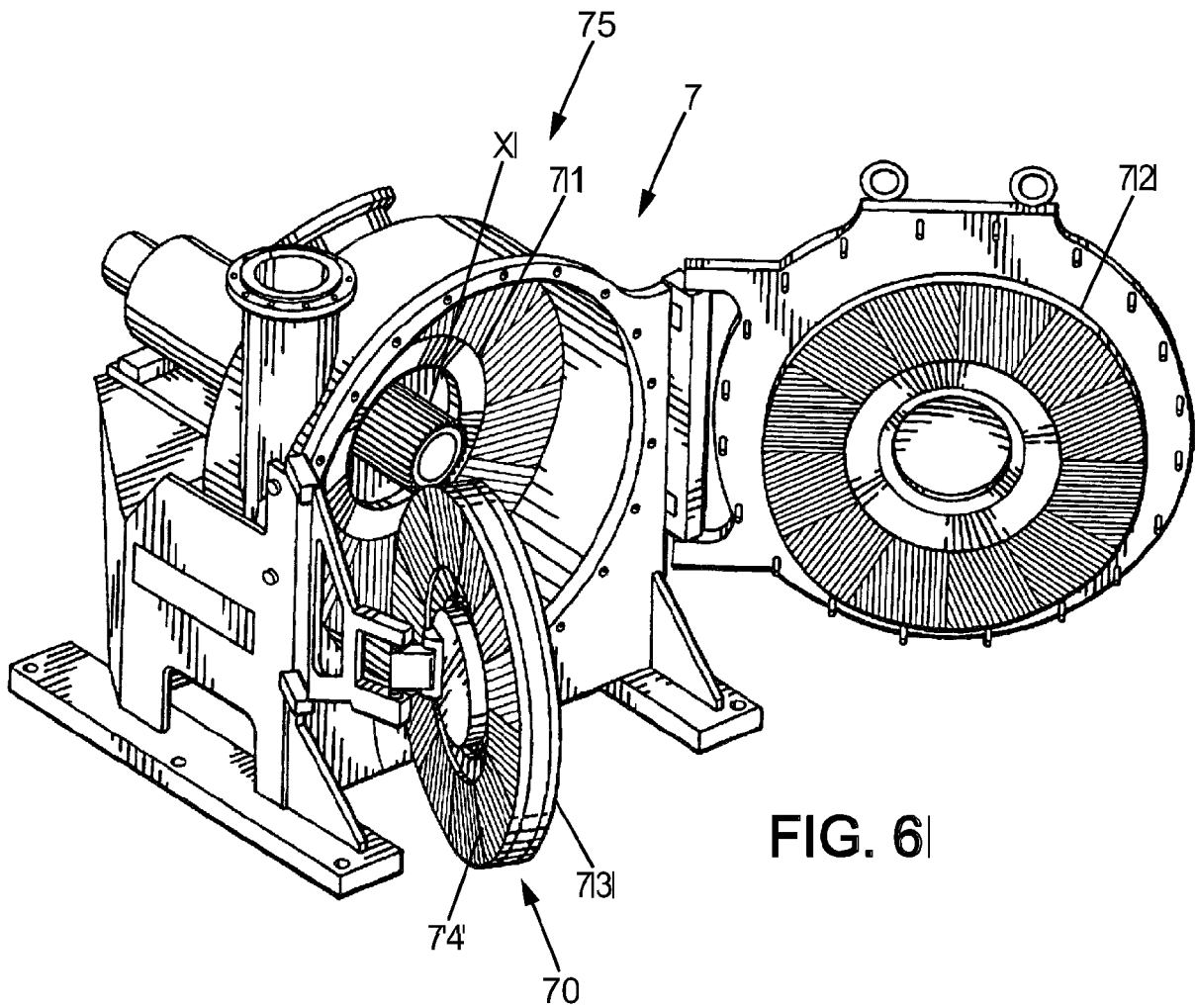


FIG. 6



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 23 30 5503

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)
A	WO 98/11973 A2 (ZELLFORM GES FUER OEKOLOGISCHE [AT]; DOEPFNER HORST [AT] ET AL.) 26 mars 1998 (1998-03-26) * page 2, ligne 37 - page 3, ligne 21; revendications; exemple 7 * -----	1-11	INV. D21B1/30 D21J1/00
A,D	WO 98/58119 A1 (CLEXTRAL [FR]; COMBETTE PHILIPPE [FR]) 23 décembre 1998 (1998-12-23) * page 5, ligne 11 - page 6, ligne 14; figures * -----	1-11	
A,D	FR 3 015 529 A1 (GEANTS DE PAPIER SOLIDAIRES [FR]) 26 juin 2015 (2015-06-26) * revendications; exemple 1 * -----	1-11	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			D21B D21J
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>1 septembre 2023</b>	Examineur <b>Pregetter, Mario</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 30 5503

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.

01-09-2023

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication	
<b>WO 9811973</b>	<b>A2</b>	<b>26-03-1998</b>	<b>AT 286425 T</b>	<b>15-01-2005</b>
			<b>AT 405847 B</b>	<b>25-11-1999</b>
			<b>AU 4290197 A</b>	<b>14-04-1998</b>
			<b>CA 2237942 A1</b>	<b>26-03-1998</b>
			<b>EP 0877646 A2</b>	<b>18-11-1998</b>
			<b>ES 2236802 T3</b>	<b>16-07-2005</b>
			<b>HU 9902338 A2</b>	<b>29-11-1999</b>
			<b>PL 326697 A1</b>	<b>26-10-1998</b>
			<b>SK 79398 A3</b>	<b>07-10-1998</b>
			<b>US 6379594 B1</b>	<b>30-04-2002</b>
		<b>WO 9811973 A2</b>	<b>26-03-1998</b>	
<b>WO 9858119</b>	<b>A1</b>	<b>23-12-1998</b>	<b>CA 2296170 A1</b>	<b>23-12-1998</b>
			<b>EP 0991808 A1</b>	<b>12-04-2000</b>
			<b>FR 2764614 A1</b>	<b>18-12-1998</b>
			<b>WO 9858119 A1</b>	<b>23-12-1998</b>
<b>FR 3015529</b>	<b>A1</b>	<b>26-06-2015</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

**RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION**

*Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.*

**Documents brevets cités dans la description**

- WO 9858119 A [0003]
- FR 3015529 [0005]
- CA 2947636 [0006]