

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

(19) Organisation Mondiale de la  
Propriété Intellectuelle  
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2019/122694 A1**

(43) Date de la publication internationale  
27 juin 2019 (27.06.2019)

(51) Classification internationale des brevets :  
D01B 1/14 (2006.01) D21B 1/36 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2018/053381

(22) Date de dépôt international :  
18 décembre 2018 (18.12.2018)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
1762418 19 décembre 2017 (19.12.2017) FR

(71) Déposant : EXO CONSEILS [FR/FR] ; 134 Route de Xennois, 88200 St Etienne les Remiremont (FR).

(72) Inventeur : DUPONT, Daniel ; c/o EXO CONSEILS, 134 Route de Xennois, 88200 St Etienne les Remiremont (FR).

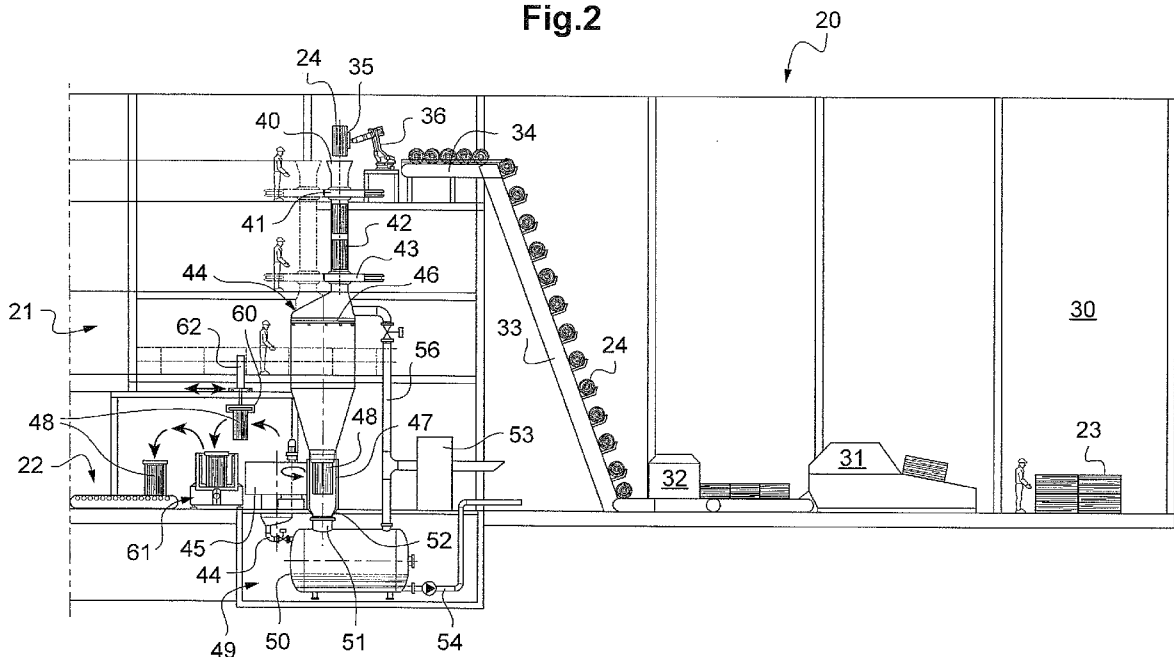
(74) Mandataire : CABINET NETTER ; 36 avenue Hoche, 75008 PARIS (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: METHOD FOR REFINING PLANT FIBRES BY STEAM EXPLOSION

(54) Titre : PROCEDE D'AFFINAGE DE FIBRES VEGETALES PAR EXPLOSION DE VAPEUR

Fig.2



(57) Abstract: The invention relates to an industrial system for refining plant fibres by steam explosion, comprising: - a pre-chamber (42), - a loader for loading the pre-chamber (42) with sheaves (24) of a fibrous plant, - a spark gap (44) arranged under the pre-chamber (42), - a valve (41) upstream of the pre-chamber (42), - a valve (43) separating the pre-chamber (42) from the spark gap (44) when in the closed state and opening a passage with a diameter of at least the smallest of the diameters of the pre-chamber (42) and the spark gap (44) when in the open state; - a washing system (46) arranged inside the spark gap (44) for washing the spark gap and dragging the fibres downwards; - a mobile basket (48) for receiving fibres with a position under the spark gap (44) for receiving fibres; - a liquid-recovery device (49), arranged under the basket (48) and under the spark gap (44), - a receiving chamber receiving the basket



WO 2019/122694 A1

**(84) États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publiée:**

- avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2(h))

---

(48) loaded with fibres; and - a drying chamber.

**(57) Abrégé :** Un système industriel d'affinage de fibres végétales par explosion de vapeur, comprenant: - une préchambre (42), - un chargeur pour charger la préchambre (42) en javelles (24) de plante fibreuse, - un éclateur (44) disposé sous la préchambre (42), - une vanne (41) en amont de la préchambre (42), - une vanne (43) séparant la préchambre (42) et l'éclateur (44) à l'état fermé et libérant un passage de diamètre d'au moins le minimum des diamètres de la préchambre (42) et de l'éclateur (44) à l'état ouvert, - une installation de lavage (46) disposée à l'intérieur de l'éclateur (44) pour laver l'éclateur et entraîner les fibres vers le bas, - un panier (48) mobile de réception de fibres avec une position sous l'éclateur (44) pour la réception de fibres, - un récupérateur (49) de liquides, disposé sous le panier (48) et sous l'éclateur (44), - une chambre de réception recevant le panier (48) chargé de fibres, - une chambre d'essorage.

## Procédé d'affinage de fibres végétales par explosion de vapeur

L'invention concerne le domaine de l'affinage de fibres végétales par explosion de vapeur.

5 L'affinage de fibres dites industrielles ou techniques a pour but de séparer et d'individualiser les fibres qui composent une tige de plante, notamment de chanvre. Les fibres issues de plantes cultivées dans un but industriel sont en général utilisées pour des applications agroalimentaires, cosmétiques, structurales ou d'isolation pour le bâtiment, de charge dans des matériaux composites et dans l'industrie textile.

10

L'affinage est réalisé de façon connue par un traitement chimique en milieu basique afin de dégrader les composants non cellulosiques, notamment les pectines et la lignine qui forme une colle naturelle. L'affinage chimique provoque une dégradation de la fibre cellulosique, notamment par raccourcissement, se traduit par une baisse des propriétés mécaniques et  
15 présente des inconvénients environnementaux.

20

L'affinage par explosion à la vapeur a été décrit sous deux formes, une forme en traitement lot par lot et une autre forme en continu avec une vis dans laquelle est injectée de la vapeur d'eau. Dans un traitement de la biomasse en vue d'obtenir des biocarburants, les deux formes ont été utilisées.

25

Toutefois l'obtention de fibres pose d'autres difficultés. Le transfert de fibres longues ou semi-longues par une vanne ou par une vis provoque des colmatages et des blocages qui font chuter la productivité de la machine et nécessitent une interruption de production et une intervention humaine. Ont également été décrites des machines de laboratoire sollicitant  
fortement la main-d'œuvre et inaptes à la production industrielle même après une mise à l'échelle.

30

L'invention vient améliorer la situation.

La Demanderesse a mis au point un système et un procédé complet, fiable et automatisable d'affinage de fibres végétales par explosion à la vapeur.

L'invention propose un système industriel d'affinage de fibres végétales par explosion de vapeur, comprenant :

- une préchambre,
- un chargeur pour charger la préchambre en javelles de plante fibreuse,
- 5 - un éclateur disposé sous la préchambre,
- une vanne en amont de la préchambre,
- une vanne séparant la préchambre et l'éclateur à l'état fermé et libérant un passage de diamètre d'au moins le minimum des diamètres de la préchambre et de l'éclateur à l'état ouvert,
- 10 - une installation de lavage disposée à l'intérieur de l'éclateur pour rincer les parois de l'éclateur et les entraîner vers le bas,
- un panier mobile de réception de fibres avec une position sous l'éclateur pour la réception de fibres,
- un récupérateur de liquides, disposé sous le panier et sous l'éclateur,
- 15 - une chambre de réception recevant le panier chargé de fibres,
- une chambre d'essorage.

Le système est adapté au traitement en masse de fibres. Le débit peut-être de l'ordre de 12 tonnes par jour avec un risque de colmatage ou de blocage très faible.

20 Dans un mode de réalisation, le chargeur comprend un bras robotisé apte à charger au moins la préchambre avec une ou plusieurs javelles à la fois. Préférentiellement, le chargeur est conçu pour charger une seule javelle à la fois. Le bras robotisé peut-être à déplacement sur plus de deux axes. Le chargeur est apte à charger à la demande plusieurs préchambres.

25 Dans un mode de réalisation, une goulotte entonnoir est installée au-dessus de la vanne amont.

Dans un mode de réalisation, le système comprend une pluralité de préchambres, équipées des vannes amont et aval, disposées au-dessus dudit éclateur pour alimenter ledit éclateur. Chaque  
30 préchambre est conçue pour la mise en pression des tiges fibreuses.

Dans un mode de réalisation, ledit panier est égoutteur. La perméabilité du panier permet au liquide de s'écouler tant que les fibres sont dans ledit panier.

Dans un mode de réalisation, le système comprend un barillet rotatif pourvu au moins de la chambre de réception, de la chambre d'essorage, et d'une chambre de déchargement. L'étape d'essorage de la fibre est réalisée dans le panier de réception. Le barillet offre un encombrement réduit et peut-être entraîné de manière compacte et simple.

Dans un mode de réalisation, le système comprend une ouvreuse de balles de plante fibreuse et un conditionneur de plante fibreuse en javelles de densité inférieure aux balles. Les javelles sont de dimensions adaptées à la préchambre et aux vannes. La préchambre peut être prévue pour deux javelles superposées.

Dans un mode de réalisation, le récupérateur de liquides comprend un circuit de recirculation et un réservoir de décantation. Les boues peuvent être soutirées du réservoir de décantation à intervalles réguliers.

Dans un mode de réalisation, la chambre d'essorage comprend un entraînement du panier en rotation. Le panier peut être mis en rotation autour de son axe vertical provoquant une séparation accrue des liquides et des fibres.

Dans un mode de réalisation, le système comprend un sécheur en aval de la chambre d'essorage, une carde et un sécheur supplémentaire. La carde peut être alimentée en fibres présentant un taux d'humidité choisi. Le rendement matière du cardage est accru et peut dépasser 80 %, préférablement 85 %.

L'invention propose également un procédé industriel d'affinage de fibres végétales par explosion de vapeur, comprenant des étapes de :

- chargement d'une préchambre en javelles de plante fibreuse,
- mise en pression des plantes fibreuses dans la préchambre,
- dépressurisation par ouverture d'une vanne vers un éclateur provoquant l'éclatement des fibres de la plante fibreuse,
- transfert des fibres issues des plantes fibreuses dans l'éclateur,
- lavage de l'éclateur en entraînant les fibres vers le bas,
- transfert des fibres dans un panier mobile de réception de fibres,
- récupération gravitaire de liquides sous le panier et sous l'éclateur,

- essorage des fibres.

5 Dans un mode de réalisation, le procédé comprend des étapes préalables d'ouverture de balle de plante fibreuse, puis de mise en javelle. Les plantes fibreuses ou tiges fibreuses sont ainsi disposées par groupes de volume et de densité choisis.

10 Dans un mode de réalisation, le procédé comprend des étapes postérieures de séchage, préférablement pour amener le taux d'humidité entre 15 et 40%, de cardage et de séchage. Le cardage est optimisé.

15 Dans un mode de réalisation, le procédé comprend les étapes de récupération énergétique des effluents.

20 Dans un mode de réalisation, la plante fibreuse est du chanvre, éventuellement du lin, de l'ortie, la ramie, le kénaf, le miscanthus, la jute, l'agave et le sisal.

Dans un mode de réalisation, les fibres présentent une longueur comprise entre 15 et 30 mm.

25 Dans un mode de réalisation, la plante fibreuse est traitée à la vapeur d'eau saturée à une température d'au moins 130°C, préférablement au moins 160°C.

30 Dans un mode de réalisation, la plante fibreuse est traitée à la vapeur d'eau saturée en deux paliers, l'un à une température d'au moins 130°C, l'autre à une température d'au moins 180°C.

35 Dans un mode de réalisation, la plante fibreuse est traitée à la vapeur d'eau saturée en deux paliers, l'un à une température comprise entre 130°C et 160°C, l'autre à une température comprise entre 180°C et 230°C, préférablement entre 200 et 220°C.

40 Dans un mode de réalisation, le premier palier est de durée comprise entre 3 et 6 mn et le deuxième palier de durée comprise entre 4 et 8 mn.

Dans un mode de réalisation, la pression est comprise entre  $2 \cdot 10^5$  et  $23 \cdot 10^5$  Pa.

Dans un mode de réalisation, les fibres présentent un taux de xylose inférieur à 4%,  
préférentiellement inférieur à 2%.

5 Dans un mode de réalisation, les fibres présentent un taux de pectine inférieur à 1%,  
préférentiellement inférieur à 0,9%.

Dans un mode de réalisation, les fibres présentent un taux de lignine inférieur à 1%  
préférentiellement inférieur à 0,9%.

10 En pratique, les plantes à fibres longues, en général les tiges de plantes, sont réceptionnées  
sous la forme de balles à haute densité. Les balles sont déliées et ouvertes mécaniquement.  
Les tiges de plantes à fibres longues sont mises en bottes ou javelles de forme cylindrique  
maintenue par un lien, par exemple une ficelle de la même fibre. Un stockage intermédiaire  
peut être prévu permettant une continuité de production et une homogénéisation de  
15 l'humidité.

Un bras robotisé charge les javelles dans une préchambre muni d'une vanne supérieure et  
d'une vanne inférieure. Lesdites vannes supérieure et inférieure présentent un diamètre au  
moins égal au diamètre de la préchambre. La préchambre peut-être en forme de cylindre de  
20 révolution. Plusieurs préchambres peuvent être associées à un corps de réacteur unique,  
également dénommé éclateur. Les vannes supérieure et inférieure de la préchambre, en  
production, sont fermées toutes deux ou l'une ouverte et l'autre fermée.

Pour l'introduction de javelles, la vanne supérieure est ouverte et la vanne inférieure est  
25 fermée. La préchambre peut contenir une ou plusieurs javelles. Puis la vanne supérieure est  
fermée. La préchambre est mise sous pression. La vanne inférieure débouchant dans l'éclateur  
peut alors être ouverte, provoquant une chute brutale de pression jusqu'à la pression  
atmosphérique et l'explosion des tiges fibreuses en fibres. De l'explosion des fibres résulte  
également des poussières et des déchets.

30

L'éclateur se présente sous la forme d'une trémie. L'éclateur peut comprendre une portion  
cylindrique de révolution et une portion de tronconique disposé sous la portion cylindrique de  
révolution. L'éclateur est ouvert en extrémité inférieure. L'éclateur débouche en extrémité  
inférieure sur un barillet. L'éclateur comprend une laverie, par exemple sous la forme d'une

rampe de lavage. Le lavage permet d'une part de nettoyer les tiges de poussières ou d'impuretés non souhaitables, par exemple issues de l'éclatement de la tige, et d'autre part d'entraîner les fibres vers le bas. Le lavage est effectué sous pression.

- 5 Le barillet comprend plusieurs chambres mobiles, une première chambre disposée sous l'éclateur, tandis qu'une deuxième chambre est en position d'essorage et une troisième chambre en position de déchargement. Un panier est disposé dans chaque chambre. Le panier dans la première chambre recueille les fibres sous l'éclateur. Une phase liquide s'évacue sous le panier. La charge organique peut être valorisée après traitement. Le panier dans la
- 10 deuxième chambre maintient les fibres lors de l'essorage. L'essorage peut avoir lieu par centrifugation. Le panier dans la troisième chambre est retiré de ladite troisième chambre.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront mieux à la lecture de la description qui suit, d'exemples donnés à titre illustratif et non limitatif, tirés des dessins sur

15 lesquels :

- la figure 1 est un diagramme d'étapes de procédé ;
  - la figure 2 est une vue générale du système, partie amont ;
  - la figure 3 est une vue générale du système, partie aval, selon un mode de réalisation ;
  - la figure 4 est une vue générale du système, partie aval, selon un autre mode de réalisation ;
- 20 - les figures 5a et 5b sont des diagrammes de longueur de fibres selon deux modes de réalisation.

Les dessins et la description ci-après contiennent, pour l'essentiel, des éléments de caractère certain. Ils pourront donc non seulement servir à mieux faire comprendre la présente

25 invention, mais aussi contribuer à sa définition, le cas échéant.

Les tiges fibreuses peuvent être issues de chanvre, de lin, d'ortie, de ramie, de kénaf, de miscanthus, de jute, d'agave et de sisal.

- 30 À l'étape n°1, voir figure 1, des balles de tiges fibreuses issues de plantes à fibres longues, par exemple de chanvre, sont ouvertes. Les balles sont issues d'un stockage permettant une régularisation de la production et une homogénéisation du taux d'humidité.

À l'étape n°2, les tiges fibreuses sont conditionnées en javelles cylindriques de révolution. La forme cylindrique de révolution permet d'introduire facilement les javelles dans des tubes et optimise le chargement de zones tubulaires. À l'étape n°3, les javelles sont transportées par un convoyeur. Cette étape est optionnelle en fonction de la disposition des machines. Des machines montées à proximité immédiate permettent de se passer de convoyeur dédié.

À l'étape n°4, les javelles saisies par une pince sont présentées dans une goulotte d'entrée. La pince peut être portée par un bras robotisé. À l'étape n°5, une javelle disposée dans la goulotte est introduite dans une préchambre par ouverture d'une vanne d'entrée tandis qu'une vanne de sortie est fermée.

À l'étape n°6 la vanne d'introduction dans la préchambre est refermée, la vanne de sortie restant fermée. À l'étape n°7, la préchambre est mise sous pression, par exemple à une pression comprise entre  $2 \cdot 10^5$  Pa et  $23 \cdot 10^5$  Pa.

À l'étape n°8, la vanne de sortie est ouverte. La pression dans la préchambre chute en moins de 500 ms à la pression atmosphérique. La tige fibreuse éclate en fibres. La pectine et la lignine se retrouvent en solution. Les fibres descendent par gravité dans l'éclateur lequel comprend une cuve. À l'étape n°9, la vanne de sortie de préchambre est refermée après la descente de la javelle dans l'éclateur. Les étapes précédentes peuvent alors être répétées alors que les étapes suivantes se déroulent. Plus précisément, l'étape n°5 peut être répétée dès la fin de l'étape n°9. Les étapes n°5 à 9 peuvent être exécutées en parallèle dans plusieurs préchambres alimentant un éclateur unique. Ladite exécution en parallèle peut être légèrement décalée temporellement de manière à ce que les ouvertures des vannes de sortie soient décalées d'au moins quelques secondes.

À l'étape n°10, le lavage de l'éclateur permet d'entraîner les fibres vers le bas. L'éclateur peut contenir les fibres correspondant à plusieurs javelles. À l'étape n°11, les fibres passent du bas de l'éclateur vers un panier. Un égouttage se produit. Les liquides sont récupérés dans une cuve formant le décanteur.

À l'étape n°12, le panier contenant les fibres égouttées passe dans une station d'essorage. L'essorage peut être effectué par centrifugation, notamment par mise en rotation du panier. L'étape n°12 peut comprendre une première sous-étape d'essorage suivi par une deuxième

sous-étape étape d'essorage, notamment dans une machine plus grande vitesse. L'essorage en deux fois séparées par un temps de repos permet un essorage plus efficace. L'étape n°12 peut également comprendre un transfert du panier chargé de fibres d'une machine à une autre.

- 5 À l'étape n°13, le panier contenant les fibres essorées passe dans une station de déchargement. Le panier est alors vidé des fibres qu'il contient, par renversement dudit panier ou encore par soufflage ou par poussée des fibres. À l'étape n°14, le panier retourne sous l'éclateur pour être chargé à nouveau de fibres, cf étape n°11.
- 10 À l'étape n°15, les fibres sont séchées en les amenant à un taux d'humidité compris entre 15 et 40 %. À l'étape n°16, les fibres sont cardées. Le cardage consiste à peigner les fibres. À l'étape n°17, un séchage final des fibres est mené. À l'étape n°18, les fibres séchées sont conditionnées, par exemple en bottes.
- 15 Comme on peut le voir sur les figures 2 à 4, l'installation de traitement de tiges fibreuses est destinée à la production de fibres à usage industriel. L'installation comprend une zone d'approvisionnement 20 en tiges fibreuses située en amont d'un réacteur 21, le réacteur 21 et une zone de traitement 22 des fibres située en aval du réacteur. Des opérateurs ont été représentés pour montrer l'échelle de l'installation, sans que cela indique une opération
- 20 manuelle.

Plus précisément, l'installation comprend une halle 30 de réception et de stockage de matières brutes, ici de tiges fibreuses. Les tiges fibreuses sont réceptionnées sous la forme de balles carrées ou parallélépipédiques 23. En aval de la halle 30, est prévue une ouvreuse 31 de balles

25 de tiges fibreuses. L'ouvreuse 31 sectionne les liens de la balle et étale les tiges fibreuses pour en diminuer la densité.

En aval de l'ouvreuse 31 est installée une botteleuse ou conditionneuse 32 en javelles 24. Une javelle 24 est formée des tiges fibreuses rassemblées en cylindre de révolution. Les

30 dimensions d'une javelle 24 dépendent de la dimension de la préchambre. Le diamètre est choisi en fonction du diamètre de l'entrée du réacteur décrite ci-après.

En aval de la conditionneuse 32 est installé un convoyeur 33. Le convoyeur 33 est apte à déplacer les javelles 24 d'un point à un autre de la zone d'approvisionnement 20. Dans le

mode de réalisation représenté, le convoyeur 33 est élévateur. En variante, le convoyeur 33 peut être horizontal ou en descente. Le convoyeur 33 peut également former un stockage tampon.

- 5 En aval du convoyeur 33, est installée une table de stockage 34. La table de stockage 34 peut être motorisée pour faire avancer les javelles 24 à mesure. En aval de la table de stockage 34, l'installation comprend une pince 35 de chargement. La pince 35 peut être portée par un bras robotisé 36. La pince 35 est prévue pour saisir une javelle 24 et pour l'orienter dans un sens convenable pour l'entrée dans le réacteur 21. Les organes de l'installation situés de la halle 30  
10 au bras robotisé 36, dans le sens de l'amont vers l'aval, sont montés dans la zone d'approvisionnement 20.

Le réacteur 21 est organisé verticalement en descente de l'amont vers l'aval. Le réacteur 21 comprend une goulotte 40 tronconique. La goulotte 40 est installée à proximité de la pince 35.  
15 Dans le mode de réalisation représentée, le réacteur 21 comprend trois goulottes 40. Les goulottes 40 sont d'axes parallèles. Les goulottes 40 présentent une portion amont tronconique évasée vers l'amont et une portion aval cylindrique de révolution.

Une vanne 41 est disposée en aval de chaque goulotte 40. La vanne 41 est étanche au liquide  
20 et au gaz. La vanne 41 présente un passage à l'état ouvert de diamètre au moins égal au diamètre intérieur minimal de la goulotte 40. La vanne 41 est commandée.

Le réacteur 21 comprend des préchambres 42, chacune associée à une vanne 41. La préchambre 42 se présente sous la forme d'un tube cylindrique de révolution. Le diamètre de  
25 la préchambre 42 est sensiblement égal au diamètre intérieur minimal de la goulotte 40. La préchambre 42 peut contenir au moins une javelle 24, ici deux. La préchambre 42 est équipée d'un organe de mise en pression, par exemple à la vapeur d'eau.

Une vanne 43 est disposée en aval de chaque préchambre 42. La vanne 43 est étanche au  
30 liquide et au gaz. La vanne 43 présente un passage à l'état ouvert de diamètre au moins égal au diamètre intérieur minimal de la préchambre 42. La vanne 43 est commandée. La vanne 43 est à ouverture rapide (moins de 500 ms).

En aval de la vanne 43, le réacteur 21 comprend un éclateur 44. Le sommet de l'éclateur 44 est percé de lumières obturées par les vannes 43. L'éclateur 44 comprend une partie centrale en forme de cylindre de révolution disposée sous le sommet et une partie inférieure tronconique de diamètre décroissant vers le bas. L'éclateur 44 peut présenter un volume  
5 compris entre 5 et 20 m<sup>3</sup>. L'extrémité inférieure de l'éclateur 44 est ouverte et débouche sur un barillet 45 rotatif multi chambres. La rotation du barillet 45 peut être discontinue. Avantagement, les diamètres de la goulotte 40, de la vanne 41 ouverte, de la préchambre 42 et de la vanne 43 ouverte sont égaux, facilitant la descente de la matière traitée : javelles de tiges fibreuses, puis fibres.

10

Les tiges fibreuses des javelles 24 peuvent être introduites dans la préchambre 42 la vanne inférieure 43 étant fermée et la vanne supérieure 41 étant ouverte. Puis, la vanne supérieure 41 est fermée. Les tiges fibreuses, ici de chanvre, des javelles 24 peuvent être traitées dans la préchambre 42 à la vapeur d'eau saturée pendant 5 mn à 140°C puis pendant 5 mn à 200°C.  
15 On obtient des fibres de composition glucose 69,7%, xylose 3,6%, lignine 0,85% et pectine 0,87%. La distribution des longueurs de fibre est en figure 5a.

20

Préféablement, les tiges fibreuses peuvent être traitées à la vapeur d'eau saturée pendant 5 mn à 140°C puis pendant 7 mn à 220°C. Les taux de lignine, pectine et surtout de xylose sont réduits. On obtient des fibres de composition glucose 73,2%, xylose 1,9%, lignine 0,75% et pectine 0,79%. Par comparaison, la composition de la tige fibreuse de chanvre avant explosion est de glucose 40,1%, xylose 7,9%, lignine 3,2% et pectine 21%. La distribution  
25 des longueurs de fibre est en figure 5b. Les fibres sont plus courtes que dans le mode précédent, notamment absence de fibres de longueur supérieure à 70 mm et faible taux de fibres de longueur supérieure à 50 mm. Les longueurs sont plus homogènes avec une fréquence maximale supérieure de plus de 40%.

25

Les compositions ci-dessus ont été déterminées par hydrolyse acide et analyse des sucres simples par chromatographie ionique. La teneur en lignine a été déterminée par gravimétrie.  
30 La teneur en pectine a été déterminée par analyse spectroscopique.

30

Lors du traitement, la préchambre 42 est obturée. Les vannes 41 et 43 sont fermées. Puis la vanne 43 est ouverte provoquant une chute brutale de la pression dans la préchambre 42. La chute de pression brutale provoque l'éclatement des tiges fibreuses en fibres et la libération de

résidus de composants non cellulosiques, notamment de pectines et de lignines servant de colle naturelle à une tige fibreuse. Les fibres issues de tiges fibreuses éclatées descendent par gravité dans l'éclateur 44. Le rendement matière est compris entre 85 et 90%.

- 5 À l'intérieur de l'éclateur 44 est disposée une rampe de lavage 46. La rampe de lavage 46 est activée pour laver l'éclateur 44 à l'eau sous pression. Le lavage aide également les fibres à descendre vers le bas de l'éclateur 44. L'eau de lavage est de l'eau sans apport volontaire de soude. L'eau de lavage est de l'eau d'un réseau d'alimentation en eau potable.
- 10 Le barillet 45 est muni d'une pluralité de chambres 47. Les chambres 47 sont ouvertes à leurs deux extrémités. Le barillet 45 est rotatif autour d'un axe parallèle à l'axe de l'éclateur 44, en général un axe vertical. Le nombre de chambres 47 du barillet 45 est d'au moins trois. Le barillet 45 est à rotation discontinue. Le nombre minimal de chambres 47 correspond au nombre de positions actives également dénommées stations. Chaque chambre 47 est prévue
- 15 pour recevoir un panier 48 de manière temporaire. Le panier 48 peut être réalisé en tôle perforée ou en fil métallique. Le panier 48 retient les fibres et laisse passer les liquides. La chambre 47 de réception de fibres est située sous l'extrémité inférieure de l'éclateur 44.

Les fibres entraînées par l'eau de lavage tombent sous éclateur 44 et passent dans le panier 48.

- 20 Le panier 48 arrête le mouvement des fibres. Les fibres sont égouttées dans le panier 48. Une fois le panier 48 rempli de fibres, le barillet 45 est mis en rotation et un panier vide est présenté à la station de réception sous l'éclateur 44. Le panier 48 rempli de fibres est amené à une station d'essorage. À la station d'essorage, est prévu un entraînement en rotation du panier 48. Par effet centrifuge, une quantité supplémentaire d'eau est extraite des fibres. Une
- 25 fois les fibres du panier 48 essorées, le barillet 45 est mis en rotation. Le barillet 45 amène les fibres essorées dans le panier 48 à une station de déchargement dans lequel le panier 48 est extrait de la chambre 47 du barillet 45.

Dans le cas d'un barillet 45 à trois chambres 47, chaque chambre correspond à une station.

- 30 Simultanément peuvent être effectués, le chargement d'un panier en fibres sous l'éclateur 44 et l'égouttages des fibres, l'essorage de fibres dans un panier rempli de fibres préalablement égouttées, et l'extraction d'un panier de fibres essorées hors de la chambre 47 ainsi que l'introduction d'un panier vide dans la chambre 47. Un nombre de chambres 47 supérieur à trois peut être prévu, notamment pour permettre un égouttage supplémentaire entre la station

de chargement et la station d'essorage, ou encore pour permettre d'introduire un panier vide dans une chambre 47 après la station de déchargement et avant la station de réception. À cet effet, peut être prévue une station de rechargement de panier vide. Dans ce cas, le barillet 45 comprend au moins quatre chambres 47.

5

Sous la chambre 47 de réception, le réacteur 21 comprend un récupérateur 49 de liquides. Le récupérateur 49 de liquides est disposé sous le panier 48 et sous l'éclateur 44. Le récupérateur 49 de liquides comprend un réservoir de décantation 50. Le réservoir de décantation 50 est muni d'une ouverture supérieure 51 recevant les liquides d'égouttage. Entre l'ouverture supérieure 51 et le barillet 45, peut être disposé un tronc de cône 52 formant entonnoir. Le réservoir de décantation 50 peut se présenter sous la forme d'un cylindre allongé d'axe horizontal. Le réservoir de décantation 50 reçoit également des liquides en provenance de la station d'essorage par l'intermédiaire d'une conduite 55.

10

En aval du réservoir de décantation 50 peut être prévu un organe de dégazage 53 relié au sommet du réservoir de décantation 50. Une conduite 54 disposée en partie inférieure du réservoir de décantation 50 permet l'enlèvement des boues.

15

Un orifice de dégazage relié à une conduite 56 peut être prévu à proximité du sommet de l'éclateur 44. La conduite 56 est reliée à l'organe de dégazage 53. L'organe de dégazage 53 est commun à l'éclateur 44 et au réservoir de décantation 50.

20

La station de déchargement de panier contenant des fibres essorées est associée à une pince 60 venant saisir le panier 48 en le faisant sortir de la chambre 47. Alternativement ou en plus, la sortie du panier 48 hors de la chambre 47 peut être réalisée par un actionneur linéaire 59 disposé en position inférieure et venant pousser le panier 48 vers le haut. Le panier 48 entre dans la zone de traitement 22 aval.

25

Dans la zone de traitement 22 est prévue uneessoreuse 61. L'essoreuse 61 peut se présenter sous la forme d'un tambour rotatif. L'essoreuse 61 reçoit un panier 48 chargé de fibres ayant déjà subi un premier essorage dans le barillet 45 et destinées à subir un deuxième essorage. Le transfert du panier 48 chargé de fibres de la chambre 47 à l'essoreuse 61 peut être réalisé par la pince 60. La pince 60 peut être portée par un robot de levage 62.

30

Dans la zone de traitement 22 est prévue une machine de déchargement 63 pour décharger les fibres d'un panier 48. La machine de déchargement 63 est disposée en aval de l'essoreuse 61. Un convoyeur 64 peut être disposé entre l'essoreuse 61 et la machine de déchargement 63.

5 Dans un premier mode de réalisation illustré sur la figure 3, la machine de déchargement 63 comprend une pince 65 portée par un robot de levage 66 pour déplacer un panier chargé de fibres au moins dans un plan vertical, et une chambre de déchargement 67 prévu pour recevoir le panier 48 chargé de fibres et un organe de poussée 68 agissant dans le bas de la chambre de déchargement 67 en poussant les fibres tout en laissant le panier 48 en place dans la chambre  
10 de déchargement 67. L'organe de poussée 68 peut comprendre un actionneur et une pluralité de doigts passant dans des orifices du fond du panier 48. La machine de déchargement 63 comprend également un pousseur 69 d'axe horizontal. Le pousseur 69 est prévu pour pousser les fibres situées au-dessus du panier 48 vers un convoyeur. Le pousseur 69 peut comprendre un actionneur linéaire et une lame ou un râteau. Les fibres sont alors en tas 25.

15

Un deuxième mode de réalisation est illustré sur la figure 4. La figure 4 montre le convoyeur 64 en partie, les organes en amont du convoyeur 64 étant communs avec le premier mode de réalisation. La machine de déchargement 63 comprend un retourneur 70 de panier 48 chargé de fibres. Le retourneur 70 saisit le panier 48 chargé de fibres et vient le retourner de manière  
20 à ce que le fond du panier 48 se retrouve en position supérieure et l'ouverture du panier en position inférieure. Les fibres tombent alors du panier 48 en tas 25.

Dans la zone de traitement 22 est prévu un convoyeur 71 sensiblement horizontal. Le convoyeur 71 reçoit les fibres provenant de la machine de déchargement 63. Le convoyeur 71  
25 transporte une pluralité de tas 25 de fibres. Au-dessus du trajet des fibres sur le convoyeur 71, l'installation comprend, de l'amont vers l'aval, un premier sécheur 72 pour sécher les fibres en tas 25, une cardeuse 73, un deuxième sécheur 74 pour sécher les fibres en tas 25 et un conditionneur 75.

30 Le premier sécheur 72 comprend un ventilateur motorisé. Le deuxième sécheur 74 peut comprendre les mêmes éléments que le premier sécheur 72. La cardeuse 73 peut comprendre un ou plusieurs peignes métalliques pour séparer et aligner les fibres positionnées en matelas sur le convoyeur 71. Le rendement au cardage est accru pour un taux d'humidité de fibres

comprise entre 15 et 40%, préférablement entre 20 et 35%, plus préférablement entre 25 et 34%.

5 Un cardage de fibres sèches à taux d'humidité compris entre 4 et moins de 15% provoque le  
bris d'une partie des fibres et donc génère des poussières et un raccourcissement desdites  
fibres. Il peut être intéressant pour se passer de séchage post cardage. Dans ce cas, les fibres  
cardées sont directement conditionnées, notamment en vue de la filature.

10 Le conditionneur 75 rassemble des fibres de plusieurs tas 25. Le conditionneur 75 lie les  
fibres en bottes 26 liées, par exemple parallélépipédiques. Les fibres, notamment de chanvre,  
présentent une longueur comprise entre 15 et 30 mm.

L'invention offre un traitement physique des plantes fibreuses pour obtenir des fibres. Le  
traitement est sans solvant, sans apport de bases.

15

Revendications

1. Système industriel d'affinage de fibres végétales par explosion de vapeur, comprenant :
  - 5 - une préchambre (42),
  - un chargeur pour charger la préchambre (42) en javelles (24) de plante fibreuse,
  - un éclateur (44) disposé sous la préchambre (42),
  - une vanne (41) en amont de la préchambre (42),
  - une vanne (43) séparant la préchambre (42) et l'éclateur (44) à l'état fermé et libérant  
10 un passage de diamètre d'au moins le minimum des diamètres de la préchambre (42) et de l'éclateur (44) à l'état ouvert,
  - une installation de lavage (46) disposée à l'intérieur de l'éclateur (44) pour laver l'éclateur et entraîner les fibres vers le bas,
  - un panier (48) mobile de réception de fibres avec une position sous l'éclateur (44)  
15 pour la réception de fibres,
  - un récupérateur (49) de liquides, disposé sous le panier (48) et sous l'éclateur (44),
  - une chambre de réception recevant le panier (48) chargé de fibres,
  - une chambre d'essorage.
2. Système selon la revendication 1, dans lequel le chargeur comprend un bras robotisé  
20 (36) apte à charger au moins la préchambre (42) avec une ou plusieurs javelles (24) à la fois.
3. Système selon la revendication 1 ou 2, comprenant une pluralité de préchambres (42) disposées au-dessus dudit éclateur (44) pour alimenter ledit éclateur (44).
4. Système selon l'une des revendications précédentes, dans lequel ledit panier (48) est  
25 égoutteur.
5. Système selon l'une des revendications précédentes, comprenant un barillet (45) rotatif pourvu au moins de la chambre de réception, de la chambre d'essorage, et d'une chambre de déchargement.
6. Système selon l'une des revendications précédentes, comprenant une ouvreuse (31) de  
30 balles de plante fibreuse et un conditionneur (32) de plante fibreuse en javelles (24) de densité inférieure aux balles.
7. Système selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le récupérateur (49) de liquides comprend un circuit de recirculation et un réservoir de décantation (50).

8. Système selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la chambre d'essorage comprend un entraînement du panier (48) en rotation.
9. Système selon l'une des revendications précédentes, comprenant un sécheur (72) en aval de la chambre d'essorage, une carde (73) et un sécheur supplémentaire (74).
- 5 10. Procédé industriel d'affinage de fibres végétales par explosion de vapeur, comprenant des étapes de :
- chargement d'une préchambre (42) en javelles (24) de plante fibreuse,
  - mise en pression des plantes fibreuses dans la préchambre (42),
  - dépressurisation par ouverture d'une vanne (43) vers un éclateur (44) provoquant
  - 10 l'éclatement des fibres de la plante fibreuse,
  - transfert des fibres issues des plantes fibreuses dans l'éclateur (44),
  - lavage de l'éclateur (44) en entraînant les fibres vers le bas,
  - transfert des fibres dans un panier (48) mobile de réception de fibres,
  - récupération gravitaire de liquides sous le panier (48) et sous l'éclateur (44),
  - 15 - essorage des fibres.
11. Procédé selon la revendication 10, comprenant des étapes préalables d'ouverture de balle de plante fibreuse, puis de mise en javelle (24).
12. Procédé selon la revendication 10 ou 11, comprenant des étapes postérieures de séchage, préférablement pour amener le taux d'humidité entre 15 et 40%, de cardage
- 20 et de séchage.
13. Procédé selon la revendication 10, 11 ou 12 dans lequel la plante fibreuse est traitée à la vapeur d'eau saturée à une température d'au moins 130°C, préférablement au moins 160°C.
14. Procédé selon la revendication 13, dans lequel la plante fibreuse est traitée à la vapeur
- 25 d'eau saturée en deux paliers, l'un à une température d'au moins 130°C, préférablement d'au plus 160°C, l'autre à une température d'au moins 180°C, préférablement d'au plus 230°C, le premier palier étant de durée comprise entre 3 et 6 mn et le deuxième palier de durée comprise entre 4 et 8 mn.
15. Procédé selon la revendication 14, dans lequel le premier palier est de durée comprise
- 30 entre 3 et 6 mn et le deuxième palier est de durée comprise entre 4 et 8 mn.

1/4

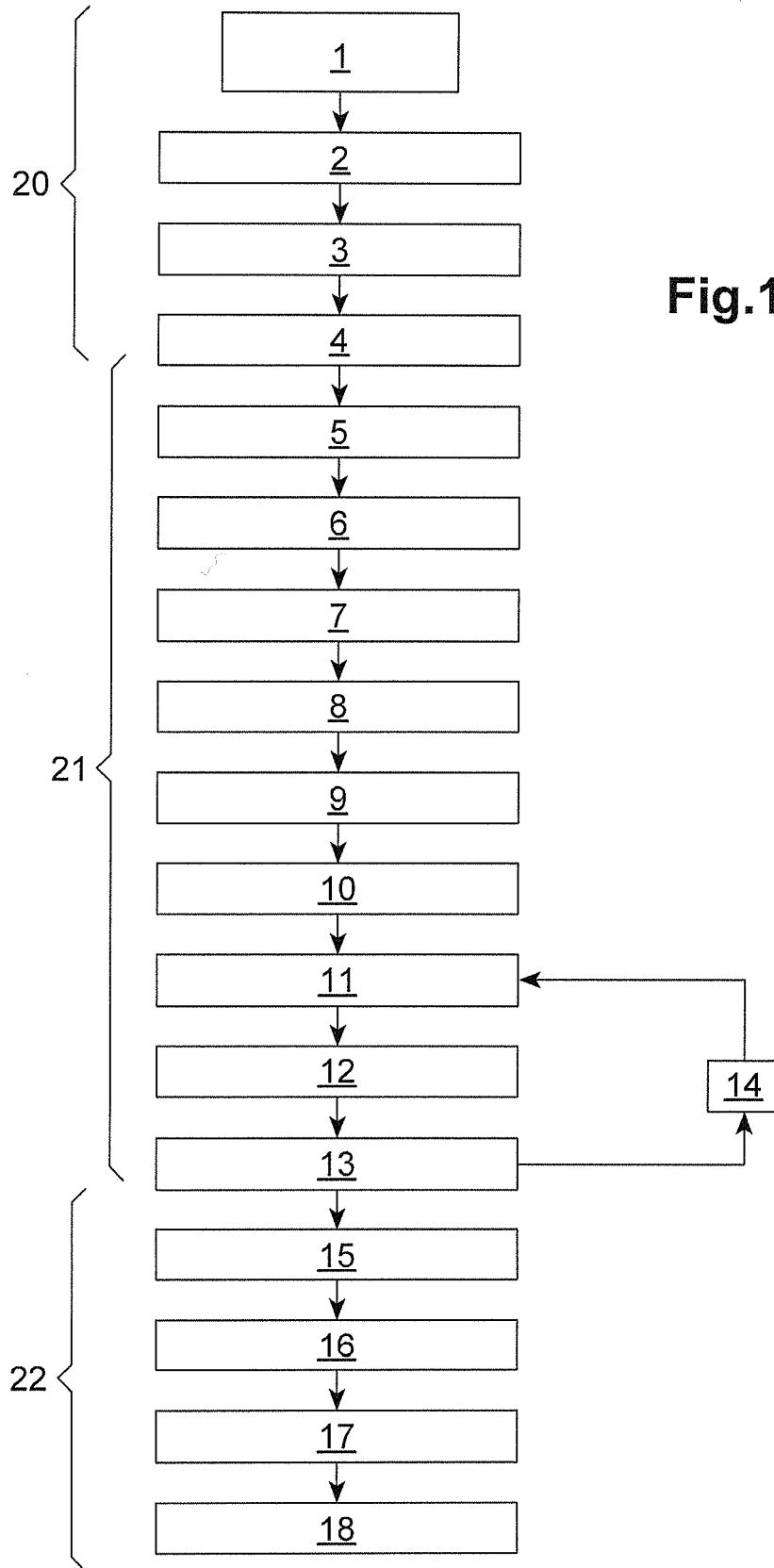
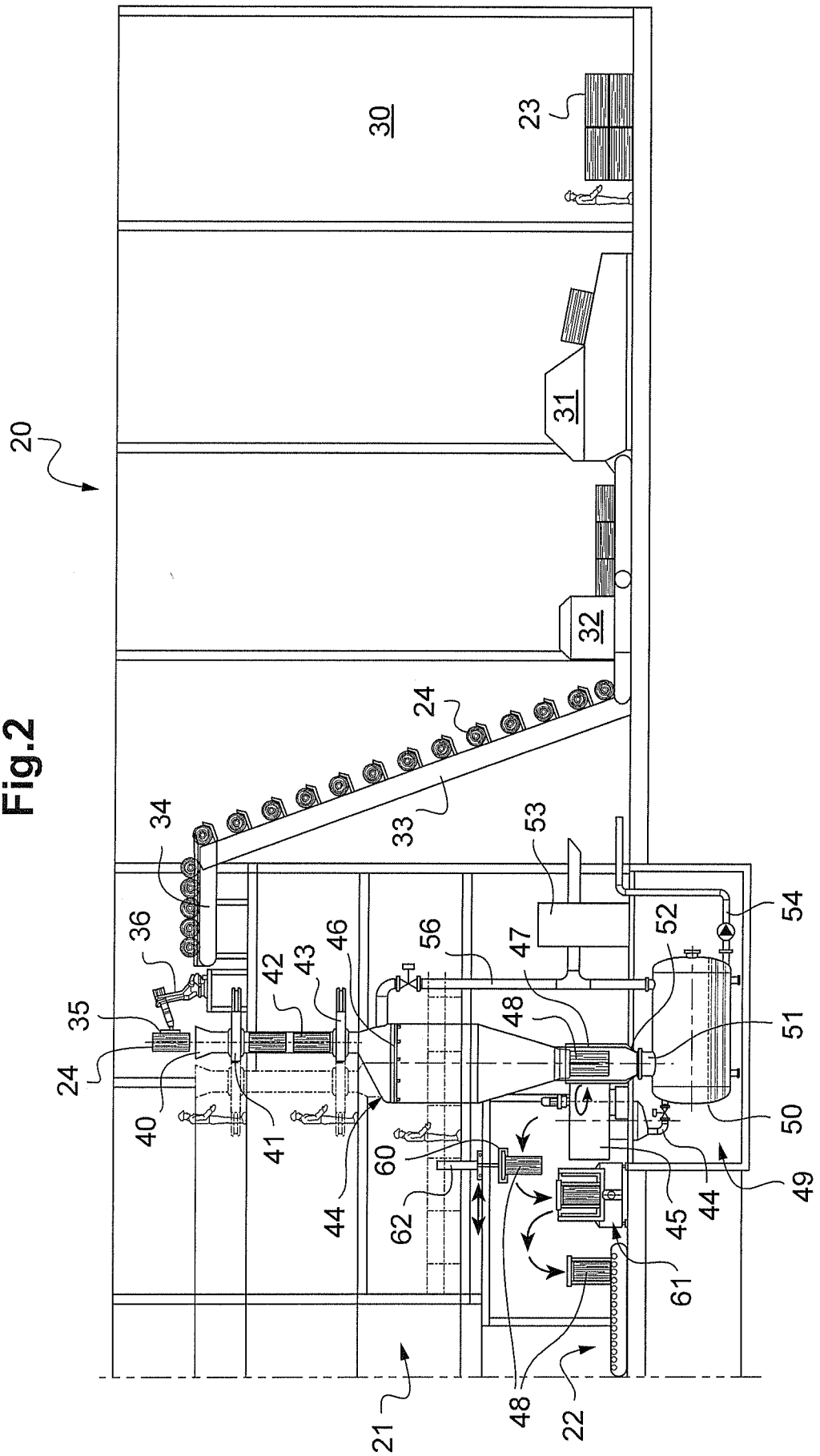


Fig.1

Fig.2



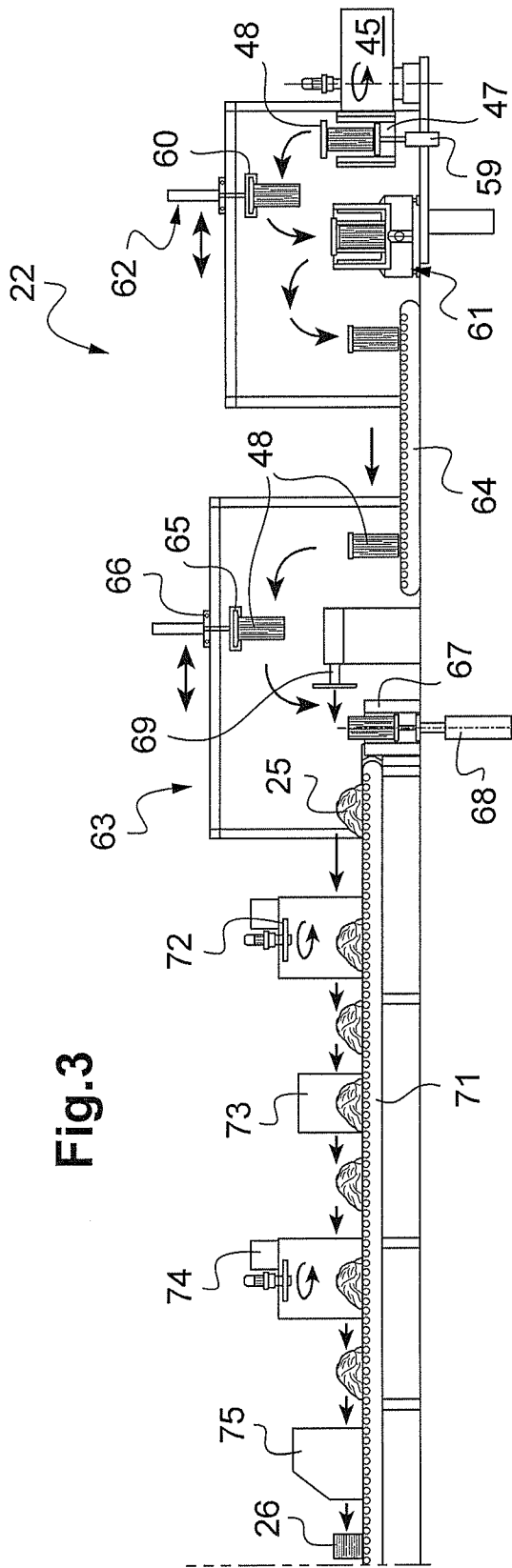


Fig.3

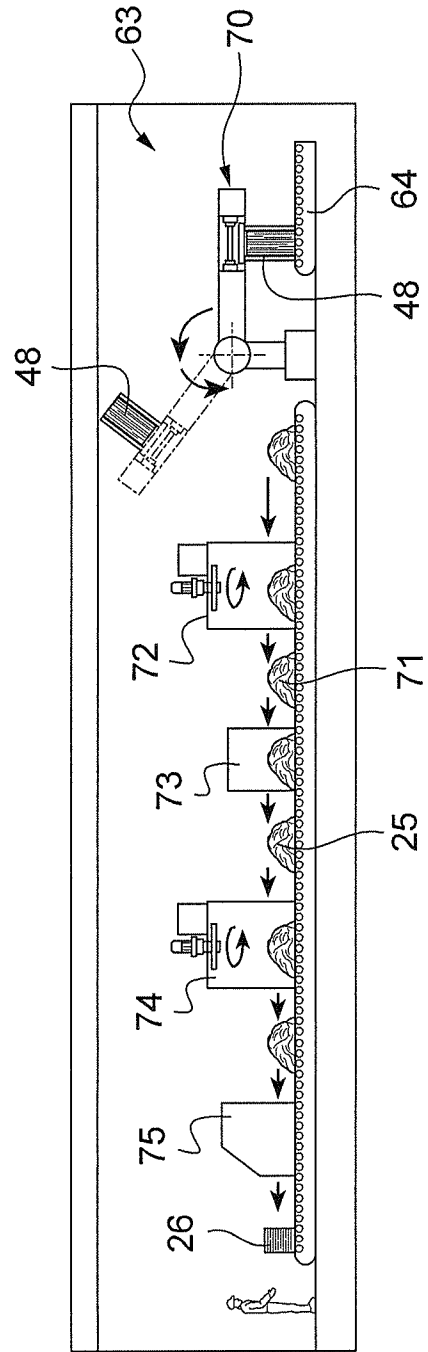
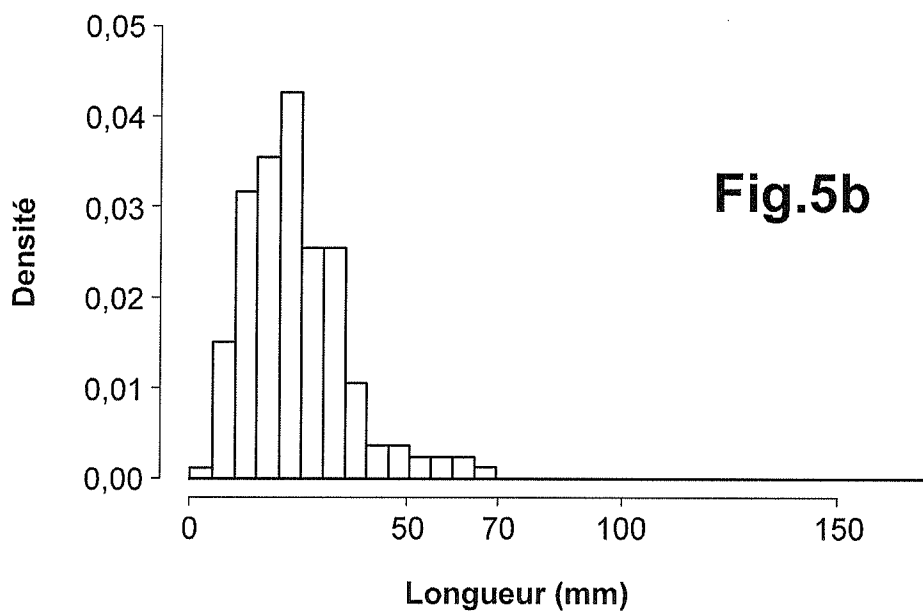
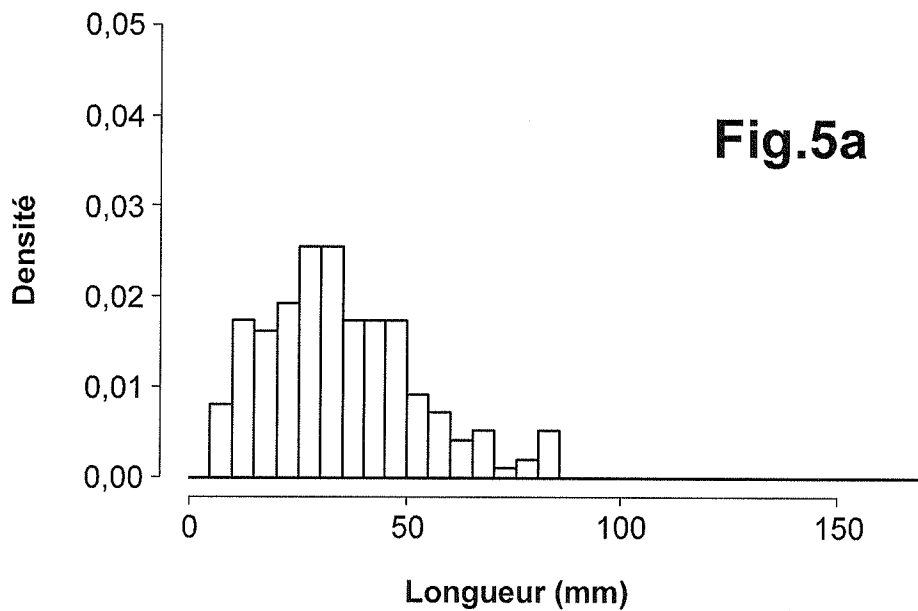


Fig.4



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/FR2018/053381**

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <i>D01B 1/14</i> (2006.01)i; <i>D21B 1/36</i> (2006.01)i  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>  Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) D01B; D21B  Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	GB 388561 A (CHARLES VICTOR ROWELL) 02 March 1933 (1933-03-02) page 1, line 33 - line 64 page 2, line 20 - line 39 page 2, line 59 - line 76 figure 1	1,10
A	CN 204803675 U (BEIJING ZHONGJIN YUANLONG TECHNOLOGY DEV CO LTD) 25 November 2015 (2015-11-25) abstract paragraph [0044] - paragraph [0045] figures 3,4,6	1,10
A	JP 2005273047 A (YASUJIMA KK) 06 October 2005 (2005-10-06) abstract paragraph [0001] - paragraph [0002] figures 1-4	1,10
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search <b>01 April 2019</b>		Date of mailing of the international search report <b>12 April 2019</b>
Name and mailing address of the ISA/EP <b>European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands</b> Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer <b>Humbert, Thomas</b>  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/FR2018/053381**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
GB	388561	A	02 March 1933	FR	731466	A	03 September 1932
				GB	388561	A	02 March 1933
				NL	33819	C	15 October 1934
-----							
CN	204803675	U	25 November 2015	NONE			
-----							
JP	2005273047	A	06 October 2005	NONE			
-----							

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2018/053381

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. D01B1/14 D21B1/36 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE		
Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) D01B D21B		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	GB 388 561 A (CHARLES VICTOR ROWELL) 2 mars 1933 (1933-03-02) page 1, ligne 33 - ligne 64 page 2, ligne 20 - ligne 39 page 2, ligne 59 - ligne 76 figure 1	1,10
A	----- CN 204 803 675 U (BEIJING ZHONGJIN YUANLONG TECHNOLOGY DEV CO LTD) 25 novembre 2015 (2015-11-25) abrégé alinéa [0044] - alinéa [0045] figures 3,4,6	1,10
A	----- JP 2005 273047 A (YASUJIMA KK) 6 octobre 2005 (2005-10-06) abrégé alinéa [0001] - alinéa [0002] figures 1-4 -----	1,10
<input type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents		
<input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée	"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets	
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée  1 avril 2019	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale  12/04/2019	
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Fonctionnaire autorisé  Humbert, Thomas	

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2018/053381

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
GB 388561	A	02-03-1933	FR	731466 A	03-09-1932
			GB	388561 A	02-03-1933
			NL	33819 C	15-10-1934
-----					
CN 204803675	U	25-11-2015	AUCUN		
-----					
JP 2005273047	A	06-10-2005	AUCUN		
-----					