

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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
18 novembre 2004 (18.11.2004)

PCT

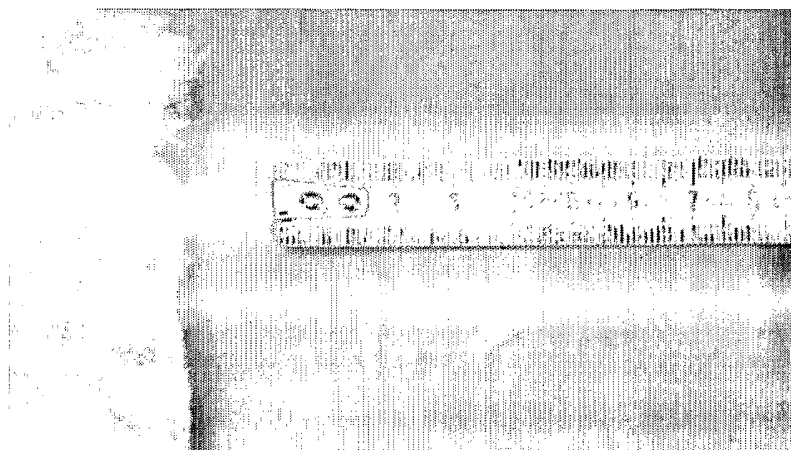
(10) Numéro de publication internationale  
WO 2004/099095 A2

- (51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> : C03B 37/04 F-60200 Compiègne (FR). GUYOT, Daniel [FR/FR]; 28, avenue Jean-Jaurès, F-60290 Rantigny (FR).
- (21) Numéro de la demande internationale : PCT/FR2004/001109 (74) Mandataire : SAINT-GOBAIN RECHERCHE; 39, quai Lucien Lefranc, 93300 Aubervilliers (FR).
- (22) Date de dépôt international : 7 mai 2004 (07.05.2004) (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité : 03/05564 7 mai 2003 (07.05.2003) FR
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : SAINT-GOBAIN ISOVER [FR/FR]; 18, avenue d'Alsace, F-92400 Courbevoie (FR).
- (72) Inventeurs; et
- (75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : MARI-COURT, Jean-Pierre [FR/FR]; 36, rue des 3 Barbeaux,
- (84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: MINERAL FIBRE-BASED PRODUCT, DEVICE FOR THE PRODUCTION OF SAID FIBRES AND PRODUCTION METHOD THEREOF

(54) Titre : PRODUIT A BASE DE FIBRES MINERALES, DISPOSITIF D'OBTENTION DES FIBRES ET PROCEDE D'OBTENTION



particularly, of the order of 12 to 13 I/mn.

(57) Abstract: The invention relates to a mineral fibre-based heat- and/or sound-insulating product which is produced by means of internal centrifuging and drawing using a gas stream at a high temperature, and creping. The invention is characterised in that: the product does not contain devitrified and/or fibre particles; the length of the fibres is at most equal to 2 cm and, preferably, less than 1.5 cm; and the fibres have a micronaire of less than or equal to 4 in 5 grams and, in particular, between 2.5 and 4 in 5 grams, or a micronaire of less than or equal to 18 I/mn, in particular between 11 and 15 I/mn and, more

(57) Abrégé : Produit d'isolation thermique et/ou phonique à base de fibres minérales obtenu par centrifugation interne et étirage par un courant gazeux à haute température et par crépage, caractérisé en ce qu'il ne contient pas de particules dévitrifiées et/ou infibrées, la longueur des fibres est au plus égale à 2 cm, de préférence inférieure à 1,5 cm, et les fibres présentent un micronaire inférieur ou égal à 4 sous 5 grammes, notamment compris entre 2,5 et 4 sous 5 grammes, ou un micronaire inférieur ou égal à 18 I/mn, notamment compris entre 11 et 15 I/mn, en particulier de l'ordre de 12 à 13 I/mn.

WO 2004/099095 A2



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

**Publiée :**

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport*

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

## PRODUIT A BASE DE FIBRES MINERALES, DISPOSITIF D'OBTENTION DES FIBRES ET PROCEDE D'OBTENTION

5

L'invention concerne les produits à base de fibres minérales, telles que de la laine de verre, destinées à entrer par exemple dans la composition de produits d'isolation thermique et/ou acoustique.

10 Ces produits sont obtenus par un procédé de centrifugation interne associée à un étirage par un courant gazeux à haute température.

De manière connue, ce procédé de formation de fibres consiste à introduire un filet de verre fondu dans un centrifugeur, encore appelé assiette de fibrage, tournant à grande vitesse et percé à sa périphérie par un  
15 très grand nombre d'orifices par lesquels le verre est projeté sous forme de filaments sous l'effet de la force centrifuge. Ces filaments sont alors soumis à l'action d'un courant annulaire d'étirage à température et vitesse élevées longeant la paroi du centrifugeur, courant qui les amincit et les transforme en fibres. Les fibres formées sont entraînées par ce courant gazeux d'étirage  
20 vers un dispositif de réception généralement constitué par une bande perméable aux gaz.

L'invention s'intéresse plus particulièrement, sans caractère limitatif cependant, aux produits d'isolation thermique et/ou phonique présentant des propriétés mécaniques particulièrement élevées, pour des applications  
25 spécifiques nécessitant de telles propriétés. Il s'agit notamment des produits d'isolation se présentant sous forme de feutres qui sont adaptés à supporter des éléments de maçonnerie et qui doivent par conséquent résister à des fortes compressions tels que les éléments servant à l'isolation des toitures-terrasses accessibles à la circulation. C'est aussi le cas des produits utilisés  
30 en isolation pour l'extérieur et qui doivent pouvoir, notamment, résister aux efforts à l'arrachement.

Pour atteindre ces performances, ce type de produit d'isolation est généralement de forte densité, par exemple d'au moins  $40 \text{ kg/m}^3$ , et a subi, après l'opération de fibrage à proprement dite, une opération visant à ce que

les fibres à l'intérieur du feutre prennent des directions aussi variées que possible sans trop modifier de façon sensible l'orientation générale de la nappe de fibres issue de la centrifugation. Cette opération consiste notamment en un "crêpage" des fibres, obtenu par passage de la nappe de fibres entre deux séries de convoyeurs délimitant ses faces inférieure et supérieure, une compression longitudinale résultant du passage d'une paire de convoyeurs animés d'une certaine vitesse à une paire de convoyeurs de vitesse inférieure à la précédente. Ce type d'opération est par exemple décrit dans le brevet EP-0 133 083.

10 Cependant, il a été constaté que cette opération de crêpage ne permettait pas toujours d'obtenir l'amélioration dans les propriétés mécaniques escomptée.

Le document de la demande de brevet publiée WO 01/38245 a justement pour but d'améliorer les propriétés mécaniques de produits d'isolation thermique et/ou phonique (ou tout au moins d'assurer une meilleure constance de ces propriétés d'un produit à l'autre), sans en dégrader les propriétés d'isolation, en se concentrant plus particulièrement sur les produits d'isolation de haute densité ayant subi un crêpage.

Au lieu de chercher à modifier les paramètres du procédé de crêpage habituel, ce document a étudié les raisons pour lesquelles ce crêpage n'était pas toujours satisfaisant. Il est arrivé à la conclusion qu'après crêpage, il arrivait que les fibres ne présentaient pas suffisamment l'orientation isotrope qu'on espérait, et que ceci était dû au fait, notamment, que leurs dimensions n'étaient pas forcément les plus adaptées : les fibres, trop longues, étaient difficiles par simple crêpage à réorienter aussi aléatoirement qu'il était nécessaire pour assurer la meilleure résistance à l'arrachement et à la compression.

L'objet de ce document a alors consisté à modifier les conditions de fibrage pour ajuster les dimensions des fibres afin qu'elles se prêtent mieux au crêpage, notamment en les rendant plus courtes.

De manière classique, un dispositif de l'art antérieur de formation de fibres minérales par centrifugation interne comporte:

- un centrifugeur apte à tourner autour d'un axe, notamment vertical, et dont la bande périphérique est percée d'une pluralité d'orifices,
- 5    ⊙ un moyen d'étirage gazeux à haute température sous forme d'un brûleur annulaire,
- ⊙ un moyen pneumatique pour canaliser/ajuster les dimensions des fibres sous forme d'une couronne de soufflage.

En fait, schématiquement, la nappe de gaz produite par le moyen pneumatique qu'est la couronne de soufflage ne constitue pas une barrière  
10 pneumatique "étanche", en ce sens que tout ou partie des fibres sont animées d'une force centrifuge suffisante pour la traverser. Par contre, cette barrière pneumatique vient les freiner, infléchir éventuellement la direction de leur mouvement ; mais aussi agir sur leurs dimensions : quand les fibres viennent heurter la nappe de gaz froid, le choc qui en résulte est  
15 suffisamment fort pour que les fibres puissent éventuellement être brisées.

C'est donc un moyen connu pour contrôler la longueur des fibres. Cependant, il s'est révélé insuffisant pour véritablement obtenir une longueur de fibres suffisamment courte pour autoriser un crépage dans de meilleures conditions sans pour autant compromettre leurs capacités d'isolation.

20 Aussi, le document cité WO 01/38245 a modifié la façon dont on canalise les fibres ayant subi l'étirage gazeux à chaud à partir d'un dispositif usuel de l'art antérieur.

Ainsi, il est prévu d'après ce document outre ledit moyen pneumatique, un autre moyen consistant en un moyen mécanique  
25 comprenant une paroi refroidie disposée autour du centrifugeur en regard de sa bande périphérique au moins.

Le moyen mécanique additionnel préconisé par ce document s'est montré très efficace pour compléter l'action de la couronne de soufflage et offrir plus de possibilités pour contrôler la dimension des fibres. Il s'agit ici  
30 donc d'ajouter à la barrière pneumatique de la couronne de soufflage une autre barrière, cette fois mécanique, disposée autour du centrifugeur au-delà de la barrière pneumatique, qui va elle aussi remplir deux rôles : d'abord, elle va canaliser toutes les fibres, toutes celles ayant déjà pu franchir la première barrière pneumatique, sous l'organe récepteur des fibres, ensuite, elle va

permettre d'ajuster plus finement la longueur des fibres recueillies : les heurts des fibres contre la paroi physique permettent très efficacement de les raccourcir pour obtenir un crépage optimal. En outre, cette paroi est refroidie, de façon à ce que les fibres qui entrent en contact avec elle, qui  
5 sont encore relativement chaudes, ne risquent pas de s'y coller.

Cependant, l'addition de ce moyen mécanique constitué par la paroi annulaire disposée à proximité et dans l'axe du centrifugeur empêche la mise en place autour de ce dernier d'un inducteur annulaire parcouru par un courant électrique, bien connu de l'état de la technique, qui permet lorsqu'il  
10 est présent, de chauffer par induction le bas de bande de la paroi périphérique du centrifugeur qui a tendance à se refroidir. Ce refroidissement est d'ailleurs accentué par l'addition de la paroi refroidie.

De ce fait, le dispositif du document cité ne possédant pas d'inducteur annulaire et utilisant une paroi annulaire refroidie engendre comme  
15 inconvénient de présenter un bas de bande se refroidissant, ce qui a tendance à entraîner dans le temps une difficulté de passage des filaments au travers des orifices inférieurs du centrifugeur, arrivant à produire non plus des filaments mais des particules infibrées et/ou dévitrifiées, et aboutissant même à boucher les orifices. Des essais ont montré que ce phénomène est  
20 marginal quand on vise à produire des fibres de « gros diamètre », notamment de l'ordre de 10 $\mu$ m de diamètre comme dans le document cité, mais s'accroît de manière très significative quand on cherche à obtenir des fibres plus fines, notamment de l'ordre de moins de 6  $\mu$ m de diamètre.

Aussi, le produit final de ce document cité, commercialisé en  
25 particulier par la société SAINT-GOBAIN ISOVER sous la dénomination LITOBAC, présente, certes des fibres plus courtes que celles usuellement obtenues, mais avec la présence possible de grains ou particules dévitrifiées, ce qui peut affecter ses qualités mécanique (résistance à la compression et à l'arrachement) et thermique.

30 En outre, ce produit aux fibres plus courtes présente des fibres relativement grosses, de l'ordre de 10 $\mu$ m de diamètre, et plus précisément avec un micronaire de 6,8 sous 5 grammes. Or cette grosseur de fibres engendre un produit rêche au toucher ce qui rend sa manipulation plutôt incommode. On rappelle que la finesse des fibres est déterminée par la

valeur de leur micronaire (F) sous 5g. La mesure du micronaire appelée aussi "indice de finesse" rend compte de la surface spécifique grâce à la mesure de la perte de charge aérodynamique lorsqu'une quantité donnée de fibres extraites d'un matelas non ensimé est soumise à une pression donnée  
5 d'un gaz - en général de l'air ou de l'azote. Cette mesure est usuelle dans les unités de production de fibres minérales, elle est normalisée (DIN 53941 ou ASTM D 1448) et elle utilise un appareil dit "appareil micronaire".

L'invention a donc pour but de fournir un produit d'isolation thermique et/ou phonique obtenu à partir de laine minérale produite par centrifugation  
10 interne et étirage par un courant gazeux à haute température, et par crêpage, qui sans présenter les inconvénients de l'art antérieur améliore ses qualités de résistance à l'arrachement et à la compression.

Selon l'invention, le produit est caractérisé en ce qu'il ne contient pas de particules dévitrifiées et/ou infibrées, la longueur des fibres est au plus  
15 égale à 2 cm, de préférence inférieure à 1,5 cm, et les fibres présentent un micronaire inférieur ou égal à 4 sous 5 grammes, notamment compris entre 2,5 et 4 sous 5 grammes, ou un micronaire inférieur ou égal à 18 l/mn, notamment compris entre 11 et 15 l/mn, en particulier de l'ordre de 12 à 13 l/mn.

20 On définit dans le cadre de l'invention, la longueur des fibres par la mesure de la longueur d'une touffe de fibres, prélevée notamment avec une pince et pesant entre 0,5 et 1 gramme, dans un échantillon de produit dépourvu de liant, c'est-à-dire soit un produit prélevé directement sous le centrifugeur, soit un produit désensimé.

25 On définit dans le cadre de l'invention un produit "qui ne contient pas de particules dévitrifiées et/ou infibrées" par un produit présentant moins de 1% de particules en poids et dont le diamètre apparent de la particule est supérieur à 40µm ( par exemple des particules en forme de gouttelettes ).

Ainsi, le produit de l'invention a l'avantage de conduire, par ses fibres  
30 plus courtes, à de bonnes propriétés de résistance à l'arrachement et à la compression, par un faible micronaire des fibres, à une conductivité thermique plus intéressante (plus faible) que celle de produit de type LITOBAC et à un toucher du produit bien plus agréable, plus doux que celui de produit de type LITOBAC.

A titre indicatif, on peut noter une relation de correspondance entre les valeurs micronaire ainsi obtenue dans le cadre de l'invention et la valeur du diamètre moyen de l'échantillon de fibres. Globalement, une valeur micronaire d'environ 12 l/mn correspond à un diamètre moyen de 2,5 à 3 µm, une valeur de 13,5 l/mn correspond sensiblement à un diamètre moyen de 3 à 3,5 µm, et enfin 18 l/mn à environ 4 à 5 µm.

Selon une caractéristique, le produit présente une densité au moins égale à 40 kg/m<sup>3</sup>, notamment comprise entre 60 et 200 kg/m<sup>3</sup>, voire égale ou supérieure à 80 kg/m<sup>3</sup>, en particulier inférieure à 120 kg/m<sup>3</sup>.

Selon une autre caractéristique, il est obtenu à partir d'une centrifugation interne par écoulement de verre fondu dans un panier pourvu d'orifices depuis lesquels sont expulsés des filets primaires vers la bande périphérique d'un centrifugeur qui comporte également des orifices d'où sont expulsés des filaments, ces filaments expulsés étant étirés par des gaz à haute température émis depuis la sortie d'un brûleur à une température d'au moins 1500°C, de préférence d'au moins 1600°C, notamment compris entre 1500 et 1650 °C.

Avantageusement, le produit est obtenu à partir d'un étirage de filaments, expulsés depuis un centrifugeur, sous un courant gazeux à haute température qui est émis depuis la sortie d'un brûleur dont la pression est plutôt au moins égale à 600 mmCE, de préférence aux environs de 650 mmCE.

Il peut également être obtenu à partir d'une centrifugation interne par écoulement de verre fondu dans un panier pourvu d'orifices depuis lesquels sont expulsés des filets primaires vers la bande périphérique d'un centrifugeur qui comporte également des orifices d'où sont expulsés des filaments, le fond du panier étant sensiblement à hauteur de la partie la plus basse du centrifugeur.

Le produit obtenu par ces modes de réalisation ci-dessus est selon une autre caractéristique issu des filaments expulsés depuis le centrifugeur qui sont canalisés à l'aide d'un moyen pneumatique, du type jets de gaz, de façon à produire des fibres qui à leur tour son encore canalisées et ajustées en longueur à l'aide d'un moyen mécanique, du type paroi, contre lequel les fibres viennent se heurter.

Selon une autre caractéristique, le produit est obtenu à partir de compositions verrières décrites dans les demandes de brevet EP 0 399 320 et EP 0 412 878, ou encore dans la demande de brevet WO 00/17117.

Ainsi, on peut citer les compositions verrières suivantes.

5 En proportions pondérales :

SiO <sub>2</sub>	57 à 70%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0 à 5%
CaO	5 à 10%
MgO	0 à 5%
Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O	13 à 18%
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2 à 12%
F	0 à 1,5%
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0 à 4%
Impuretés	<2%

et renferme plus de 0,1% en poids de pentoxyde de phosphore lorsque le pourcentage pondéral d'alumine est égal ou supérieur à 1%.

Ou comme autre composition, en mol% :

SiO <sub>2</sub>	55-70
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0-5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0-3
TiO <sub>2</sub>	0-6
Oxydes de fer	0-2
MgO	0-5
CaO	8-24
Na <sub>2</sub> O	10-20
K <sub>2</sub> O	0-5
Fluorure	0-2

10 Ou encore, la composition verrière suivante en proportions pondérales, la teneur en alumine étant de préférence supérieure ou égale à 16% en poids,

SiO <sub>2</sub>	35-60 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12-27 %
CaO	0-35 %

MgO	0-30 %,
Na <sub>2</sub> O	0-17 %
K <sub>2</sub> O	0-17 %
R <sub>2</sub> O ( Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O)	10-17 %,
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0-5 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0-20 %
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0-8 %
TiO <sub>2</sub>	0-3%

Avantageusement, il est utilisé pour fabriquer des panneaux de toit de densité comprise entre 80 et 150 kg/m<sup>3</sup>, de taux de liant de l'ordre de 10%, présentant une résistance à l'arrachement après vieillissement d'au moins  
5 20 kPa et une résistance à la compression d'environ 70 kPa pour une épaisseur d'environ 50 mm ou d'au moins 55 kPa pour une épaisseur d'environ 80 mm, ainsi qu'une conductivité thermique d'au plus 35 mW/m.K.

L'invention concerne également, notamment pour fabriquer le produit de l'invention, un dispositif de formation de fibres minérales par  
10 centrifugation interne comportant :

- un centrifugeur apte à tourner autour d'un axe X, notamment vertical et dont la bande périphérique est percée d'une pluralité d'orifices,
- un panier à fond associé à l'intérieur du centrifugeur,
- un moyen d'étirage gazeux à haute température sous forme d'un  
15 brûleur annulaire,
- un moyen pneumatique pour canaliser/ajuster les dimensions des fibres sous forme d'une couronne de soufflage,

qui est caractérisé en ce qu'il comporte un moyen mécanique comprenant une paroi disposée autour du centrifugeur en regard de sa  
20 bande périphérique au moins, et le fond du panier est sensiblement à la hauteur de la partie la plus basse de la bande périphérique du centrifugeur à l'aide de moyens d'abaissement ou d'écartement du panier par rapport à la partie supérieure du centrifugeur.

Ces moyens d'abaissement ou d'écartement consistent notamment en  
25 une cale associée d'une part au panier et d'autre part à la partie supérieure du centrifugeur.

Selon une autre caractéristique, la paroi est refroidie et est au moins partiellement cylindrique ou sous forme d'un tronc de cône évasé de préférence en partie supérieure.

De préférence dans ce dispositif, la température du brûleur est au moins égale à 1500°C, de préférence au moins égale à 1600°C, et la pression du brûleur est au moins égale à 600 mmCE, de préférence aux environs de 650 mmCE.

L'invention concerne également un procédé de formation de fibres minérales pour obtenir un produit d'isolation thermique et/ou acoustique. Ce procédé qui comprend une centrifugation interne au moyen d'un centrifugeur dans lequel s'écoule du verre fondu et depuis lequel sont expulsés des filaments, un étirage gazeux à haute température au moyen d'un courant gazeux d'étirage émis par un brûleur et au travers duquel les filaments se transforment en fibres, et un crêpage, est caractérisé en ce que l'on régule la température du brûleur et/ou sa pression en fonction de la température du verre fondu.

Cette régulation permet d'obtenir des fibres courtes, d'au plus 2 cm, et fines présentant un micronaire d'au plus 4/5g ou d'au plus 18 l/mn.

La température du brûleur doit au moins être de 1500°C, de préférence 1600°C, et la pression du brûleur doit être d'au moins 600 mmCE, de préférence aux environs de 650 mmCE.

Dans ce procédé, les fibres peuvent en outre être canalisées à l'aide d'un moyen pneumatique, du type jets de gaz, et ajustées en longueur à l'aide d'un moyen mécanique, du type paroi, contre lequel les fibres viennent se heurter.

Il est aussi possible que les filaments expulsés depuis le centrifugeur soient obtenus à partir d'un centrifugeur dont le fond du panier a été abaissé de façon à être sensiblement à hauteur de la partie la plus basse du centrifugeur.

Avantageusement, on peut également prévoir d'augmenter le nombre d'orifices du centrifugeur par unité de surface par rapport au nombre d'orifices d'un centrifugeur existant.

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention vont à présent être décrits plus en détail en regard des dessins annexés sur lesquels :

- Les figures 1 et 3 sont des photographies de vues partielles d'un produit de l'invention;

- Les figures 2 et 4 sont des photographies de vues partielles d'un produit de l'art antérieur;
- La figure 5 est une photographie d'un produit de l'invention et d'un produit de l'art antérieur arrachés selon une même direction;
- La figure 6 une vue schématique en coupe verticale du dispositif de fibrage selon l'invention;
- La figure 7 est une vue agrandie et partielle de la figure 6.

Il s'agit par les photographies 1 et 2 de montrer la différence de longueur des fibres entre le produit de l'invention et celui usuel de l'art antérieur.

Les fibres ont été prélevées sur des produits en laine minérale, ici en laine de verre, qui sont obtenus par centrifugation interne et étirage par un courant gazeux à haute température, et par crêpage à partir d'installations de fibrage et de crêpage que nous décrirons plus loin.

Les produits testés sont des échantillons de 20 cm par 20 cm et d'épaisseur 50 mm découpés à partir de feutres de plus grandes dimensions. Les dimensions des échantillons sont fournies à titre d'exemple pour les présents tests, mais peuvent bien entendues être différentes sans que l'étape de désensimage que nous décrivons ci-après et précédant le prélèvement des fibres soit changée.

Ces produits présentent une densité au moins égale à  $40 \text{ kg/m}^3$ , ici de  $100 \text{ kg/m}^3$ , et un micronaire de 3,5 sous 5 grammes.

L'étape de désensimage précédant le prélèvement des fibres à partir des échantillons de produits fabriqués de l'art antérieur et de l'invention consiste à les mettre dans un four durant trois heures selon plusieurs cycles de chauffage qui sont les suivants:

- enfournement des échantillons à une température de  $250^\circ\text{C}$ ,
- premier cycle de chauffage à  $250^\circ\text{C}$  durant une heure,
- deuxième cycle de chauffage durant une heure en augmentant la température de  $250^\circ\text{C}$  à  $350^\circ\text{C}$ ,
- troisième cycle de chauffage durant une heure en augmentant la température de  $350^\circ\text{C}$  à  $450^\circ\text{C}$ ,
- refroidissement à l'air ambiant pendant une demi-heure.

Le prélèvement se fait ensuite à l'aide d'une pince de type à épiler en arrachant une touffe de fibres. Puis, la touffe de fibres est disposée en regard d'une règle ou d'un ruban gradué pour être mesurée.

On note ainsi, tel que visible sur les photographies, que la longueur  
5 des fibres de l'invention est courte, au plus égale à 2 cm, et de 1,5 cm pour la fibre présentée ici, alors que la longueur des fibres de l'art antérieur est de 3 à 4 cm voire même de près de 10 cm, soit sensiblement le double de longueur.

Outre la différence sur la longueur des fibres, on constate sur le  
10 produit de l'invention illustré sur la figure 3 (photographie correspondant à 5 cm de l'échantillon) une répartition multidirectionnelle des fibres très homogène et sans "trou", contrairement au produit de l'art antérieur illustré sur la figure 4 (photographie correspondant à 5 cm x 5 cm de l'échantillon) pour lequel des agglomérats de fibres collées entre elles ont tendance à se  
15 former ce qui engendre des trous repérés par la référence T sur la figure.

Il est ainsi mis en évidence pour le produit de l'invention une structure plus compacte, conduisant à un produit isotrope, ce qui lui assure par conséquent une désolidarisation des fibres au test à l'arrachement bien moins marqué que pour un produit de l'art antérieur (figure 5). On voit en  
20 effet sur la figure 5 que lorsque les échantillons sont arrachés suivant le sens des flèches, le produit de l'art antérieur (échantillon 1) présente des fibres qui ne sont plus « soudées », solidarisées entre elles, contrairement à l'échantillon de l'invention (échantillon 2).

Il est surprenant de noter que le produit selon l'invention présente de  
25 meilleures propriétés mécaniques que l'échantillon selon l'art antérieur. En effet on pourrait penser à première vue qu'un échantillon où les fibres sont longues et enchevêtrées résiste davantage à un effort mécanique qu'un échantillon à fibres courtes. En fait, les chiffres de résistance à l'arrachement et à la compression sont meilleurs pour le produit de l'invention comme nous  
30 le verrons ultérieurement dans un tableau récapitulatif. On peut attribuer cet effet à une structure plus compacte qu'autorisent des fibres plus courtes.

Les essais suivants ont été effectués sur des échantillons selon l'invention et selon l'art antérieur :

Le test à l'arrachement est conforme à la norme EN 1607. Un échantillon de forme annulaire est pris en sandwich entre deux cylindres dont un est fixe et l'autre est déplacé en translation suivant une vitesse de l'ordre de 300 mm/min de manière à tirer sur l'échantillon. Un capteur de force mesure la force pour laquelle la rupture de l'échantillon a lieu. On réalise généralement deux tests à l'arrachement, un premier sur le produit obtenu en sortie de fabrication, et un second sur un produit vieilli qui est obtenu à partir d'un produit passé en autoclave à une température de 107°C pendant 45 minutes avec un taux d'humidité de 100% (résistance après autoclave).

Le test à la compression est conforme à la norme EN 826. Il consiste à appliquer une force de compression sur les faces d'un échantillon carré. Un capteur de force mesure la force pour laquelle la compression de l'échantillon correspond à une déformation de 10% de son épaisseur initiale.

Le produit de l'invention est obtenu à partir d'un procédé principal et d'un dispositif de fibrage proches de ceux de l'art antérieur, auxquels des modifications ont été apportées. Ces modifications se révèlent importantes pour obtenir des produits de bonne qualité.

De manière commune à l'art antérieur, le dispositif de fibrage comporte un centrifugeur de type sans fond 1, un panier à fond plein 2 agencé à l'intérieur du centrifugeur, un brûleur annulaire 3 et une couronne de soufflage 4 qui entourent le centrifugeur.

Le centrifugeur sans fond 1 est fixé à un moyeu en prise sur un arbre creux 10 de rotation selon un axe X monté vertical, l'arbre étant entraîné par un moteur non représenté.

Le centrifugeur 1 comporte une bande périphérique 11 qui est percée d'un grand nombre d'orifices 12. Les orifices, de diamètre compris entre 9/10 et 6/10 mm, sont formés selon des rangées qui sont réparties en trois groupes de haut en bas : les rangées intermédiaires ont un diamètre de trou inférieur aux rangées haute et basse d'au moins 0,1 ou 0,2 mm.

Le panier 2 à fond plein 20 est associé au centrifugeur en étant agencé à l'intérieur du centrifugeur de façon que son ouverture soit disposée en regard de l'extrémité libre de l'arbre creux 10 et que sa paroi 21 soit sensiblement éloignée de la bande périphérique 11.

La paroi cylindrique 21 du panier est percée d'un petit nombre d'orifices 22 relativement gros, par exemple d'un diamètre de l'ordre de 3 mm.

Un filet de verre fondu alimente le centrifugeur en passant par l'arbre creux 10 et s'écoule dans le panier 2. Le verre fondu, par passage au travers des orifices 22 du panier, est alors distribué sous forme de filets primaires 5 et dirigés vers l'intérieur de la bande périphérique 11 d'où ils sont expulsés au travers des orifices 12 sous l'effet de la force centrifuge sous forme de filaments 50.

Les compositions de verre utilisées pour les produits de l'invention peuvent être diverses. Des exemples de compositions sont décrites dans les demandes de brevet EP 0 399 320 et EP 0 412 878.

A titre d'exemple, une composition est la suivante pour laquelle les éléments sont exprimés en pourcentage massique.

SiO <sub>2</sub>	65,3
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,1
Na <sub>2</sub> O	16,4
CaO	8,1
MgO	2,4
K <sub>2</sub> O	0,7
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,5

15

On peut également citer un autre exemple de composition verrière tiré de la demande de brevet WO 00/17117 qui présente l'avantage d'une tenue en température améliorée. Les éléments sont exprimés en pourcentage massique.

SiO <sub>2</sub>	42,3
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	23,2
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,9
CaO	15
MgO	0,6
Na <sub>2</sub> O	6,1
K <sub>2</sub> O	5,1

P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,1
-------------------------------	-----

Le brûleur annulaire 3 est conforme à l'enseignement du brevet EP 0 189 354. Il engendre un jet gazeux dont la température aux lèvres du brûleur est comprise entre 1500 et 1650°C, de préférence égale à 1550°C.

5 La couronne de soufflage 4 qui constitue le moyen pneumatique connu pour participer à la canalisation des fibres comporte des éléments générateurs de jets de gaz, de préférence individualisés et divergents se rejoignant en dessous de la rangée d'orifices la plus basse de la bande périphérique 11. Deux modes de réalisation sont préférés : un anneau  
10 tubulaire percé d'orifices sur lesquels sont fixés des tétons ou une série de buses.

Cette barrière pneumatique ainsi formée vient freiner les fibres, infléchir éventuellement la direction de leur mouvement. En outre, en heurtant la nappe de gaz froid, les fibres se brisent par le choc suffisamment  
15 fort engendré.

Contrairement à l'art antérieur, le dispositif de l'invention ne comporte pas d'inducteur annulaire pour le chauffage de la bande périphérique 11.

Selon l'invention, le dispositif comporte un moyen mécanique servant à briser les fibres qui se présente sous la forme d'un dispositif annulaire 6  
20 pourvu d'une paroi extérieure 60 en acier inoxydable, tournée vers le centrifugeur 1 et sous la forme d'un tronc de cône évasé vers le haut. Ce dispositif 6 est conforme à l'enseignement du document WO 01/38245. Avantageusement, il comprend une cavité interne 61 constituant un système de refroidissement par circulation d'eau pour assurer que la paroi 60 avec  
25 laquelle les fibres vont entrer en contact reste à une température suffisamment faible pour qu'elle n'y restent pas collées, mais "rebondissent" et se brisent éventuellement sous l'impact.

Selon l'invention, une autre modification vis-à-vis de l'art antérieur consiste en l'abaissement du fond 20 du panier 2 par rapport à l'extrémité  
30 libre de l'arbre creux 10 de façon que le fond 20 soit sensiblement à la hauteur de la partie 14 la plus basse de la bande périphérique 11 du centrifugeur, dénommée encore bas de bande (figure 7).

Cet abaissement ou écartement supplémentaire par rapport à la partie supérieure 16 du centrifugeur est réalisé par exemple au moyen d'une cale 23 fixée mécaniquement, par vissage par exemple, d'une part au panier 2 et d'autre part à la pièce de suspension habituelle 15 rendue solidaire du centrifugeur 1. La cale assure un écartement supplémentaire avec l'extrémité libre de l'arbre et donc avec la partie supérieure 16 du centrifugeur.

Cette configuration permet au verre fondu issu des orifices 22 du panier de se disperser en bas de bande 14 du centrifugeur, maintenant ainsi cette partie à une température suffisante pour ne pas boucher les orifices inférieurs 12, le verre atteignant quand même les orifices supérieurs par la force centrifuge. Ainsi les fibres projetées à l'extérieur du centrifugeur sont essentiellement dépourvues de grains, ou particules dévitrifiées.

Enfin, en sortie du dispositif de l'invention, après avoir heurtées la paroi 60, les fibres, de manière conventionnelle se déposent en couches sur un tapis après pulvérisation de liant sous le centrifugeur (non illustré). Ne sont pas représentés non plus, car communs à l'art antérieur, le traitement thermique pour réticuler le liant notamment, et le crêpage de la nappe selon l'enseignement du brevet EP- 133 083.

Le produit résultant de l'étirage selon le dispositif de l'invention et du crêpage permet d'obtenir une finesse de fibres correspondant à un micronaire inférieur ou égale à 4 sous 5 grammes, notamment compris entre 2,5 et 4 sous 5 grammes; en particulier, un micronaire de 3/5 g correspond à un diamètre moyen compris entre 4 et 6  $\mu\text{m}$ . Le produit de l'invention présente ainsi l'avantage de comporter des fibres fines, comme il peut exister dans le produit usuel de l'art antérieur tel que l'échantillon 1, mais reste meilleur en finesse que le produit conforme à celui de la demande WO 01/38245 pour lequel le micronaire atteint 6,8 sous 5 grammes. Cette finesse assure un toucher bien plus doux et un gain sur la conductivité thermique de 0,5 à 1 mW/m.K.

Le tableau I ci-dessous résume et permet une comparaison des caractéristiques d'un produit usuel selon l'art antérieur, d'un produit conforme à la demande WO 01/38245 dit LITOBAC, et d'un produit de l'invention, ces trois produits présentant une densité de 100 kg/m<sup>3</sup> et un taux de liant

massique par rapport à la laine de verre d'environ 10 %. Il s'agit en particulier de panneaux d'isolation pour des toitures-terrasses accessibles à la circulation d'une épaisseur de 50 mm.

TABLEAU I

	micronaire	Conductivité thermique en mW/m.K.	Résistance à l'arrachement avant autoclave en kPa	Résistance à l'arrachement après autoclave en kPa	Résistance à la compression en kPa
Produit usuel	3,5/5g	35	20	15	50
Produit LITOBAC	6,8/5g	36,5	30	20	70
Produit de l'invention	3,5/5g	35	30	20	70

Le produit de l'invention cité à titre d'exemple dans le tableau I ci-dessus est donc issu d'un dispositif présentant comme particularités par rapport à l'art antérieur, de comporter une paroi refroidie contre laquelle viennent rebondir les fibres et se briser, ainsi qu'un abaissement du fond du panier à une hauteur  
5 sensiblement équivalente à celle de la partie la plus basse de la bande périphérique du centrifugeur.

Des variantes de réalisation du dispositif décrit ci-dessus permettent également d'obtenir un produit de l'invention à fibres courtes et fines, de diamètre encore plus petit que celui donné pour le produit cité plus haut. A cet  
10 égard, le micronaire est non pas exprimé sous 5 grammes mais formulé en l/mn. Les fibres présentent un micronaire d'au plus 18 l/mn.

Ainsi, dans une variante, l'abaissement du panier n'est pas indispensable et est en particulier supprimé, et les moyens mécaniques 6 pour briser les fibres peuvent être rendus accessoires. Le procédé d'obtention des fibres consiste à  
15 agir en fait sur les moyens pneumatiques favorisant la casse des fibres, et servant à l'étirage des fibres qui influe sur leur finesse.

Aussi, on régule avantageusement la température et/ou la pression du brûleur 3.

En particulier, on maintient une température de brûleur d'au moins 1500°C et  
20 on augmente la température en fonction de la température du verre pour atteindre des températures de l'ordre de 1600°C, voire jusqu'à 1650 °C.

Complémentairement ou subsidiairement, on adapte la pression du brûleur pour qu'elle soit suffisamment élevée, au moins égale à 600 mmCE, et de préférence aux environs de 650 mmCE.

En outre, pour agir encore sur la finesse des fibres, on peut utiliser un  
25 centrifugeur standard, c'est-à-dire dont les orifices présentent un diamètre compris entre 6/10 et 9/10 de mm, mais modifié par une augmentation du nombre d'orifices sur l'ensemble de la périphérie de l'assiette, réduisant alors le débit de verre éjecté par orifice. Si un centrifugeur présente pour un certain  
30 diamètre environ 26000 orifices, il sera avantageux de configurer un centrifugeur de même diamètre avec 28000, voire 30000 orifices.

Cette variante de procédé assure l'obtention de fibres dont le micronaire est d'au plus 18 l/mn.

Le tableau II ci-dessous résume les caractéristiques de deux produits issus de cette variante de procédé, avec une température du brûleur de 1600°C et une pression de 650 mmCE. Pour le deuxième produit, le dispositif de fibrage prévoit l'association des moyens mécaniques aux moyens pneumatiques.

- 5 Ces produits présentent une densité de 80 kg/m<sup>3</sup>, un taux de liant massique par rapport à la laine de verre d'environ 10 %, et une épaisseur de 80 mm.

TABLEAU II

Produit de l'invention	micronaire	Conductivité thermique en mW/m.K.	Résistance à l'arrachement en kPa	Résistance à la compression en kPa
Variante du procédé sans moyens mécaniques	13 l/mn	35	26	55
Variante du procédé avec moyens mécaniques	13 l/mn	35	29	61

On constate que les fibres obtenues présentent un micronaire de 13 l/mn (diamètre moyen de 3  $\mu\text{m}$ ), accompagné d'un gain sur la conductivité thermique d'au plus 35 mW/m.K.

5 L'utilisation des moyens mécaniques pour le deuxième produit lui confère des performances, quant à la résistance à l'arrachement et à la compression, sensiblement plus élevées que pour le premier produit.

Par rapport au produit du tableau I, on obtient une performance thermique équivalente avec une densité inférieure grâce au micronaire encore plus fin pour ces variantes, tout en conservant un bon niveau de performances mécaniques .

**REVENDICATIONS**

1. Produit d'isolation thermique et/ou phonique à base de fibres minérales obtenu par centrifugation interne et étirage par un courant gazeux à haute température et par crépage, caractérisé en ce qu'il ne contient pas de particules dévitrifiées et/ou infibrées, la longueur des fibres est au plus égale à 2 cm, de préférence inférieure à 1,5 cm, et les fibres présentent un micronaire inférieur ou égal à 4 sous 5 grammes, notamment compris entre 2,5 et 4 sous 5 grammes, ou un micronaire inférieur ou égal à 18 l/mn, notamment compris entre 11 et 15 l/mn, en particulier de l'ordre de 12 à 13 l/mn.

2. Produit selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il présente une densité au moins égale à  $40 \text{ kg/m}^3$ , notamment comprise entre 60 et  $200 \text{ kg/m}^3$ , voire égale ou supérieure à  $80 \text{ kg/m}^3$ , en particulier inférieure à  $120 \text{ kg/m}^3$ .

3. Produit selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il est obtenu à partir d'une centrifugation interne par écoulement de verre fondu dans un panier (2) pourvu d'orifices depuis lesquels sont expulsés des filets primaires (5) vers la bande périphérique (11) d'un centrifugeur (1) qui comporte également des orifices d'où sont expulsés des filaments (50), ces filaments expulsés étant étirés par des gaz à haute température émis depuis la sortie d'un brûleur (3) à une température d'au moins  $1500^\circ\text{C}$ , de préférence d'au moins  $1600^\circ\text{C}$ , notamment compris entre  $1500$  et  $1650^\circ\text{C}$ .

4. Produit selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il est obtenu à partir d'un étirage de filaments (50), expulsés depuis un centrifugeur (1), sous un courant gazeux à haute température qui est émis depuis la sortie d'un brûleur (3) sous une pression d'au moins égale à 600 mmCE, de préférence aux environs de 650 mmCE.

5. Produit selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est obtenu à partir d'une centrifugation interne par écoulement de verre fondu dans un panier (2) pourvu d'orifices depuis lesquels sont expulsés des filets primaires (5) vers la bande périphérique (11) d'un centrifugeur (1) qui comporte également des orifices d'où sont expulsés des filaments (50), le fond (20) du panier étant sensiblement à hauteur de la partie la plus basse (14) du centrifugeur.

6. Produit selon l'une des revendications 3 à 5, caractérisé en ce qu'il est obtenu à partir de filaments expulsés depuis le centrifugeur (1) et canalisés à

l'aide d'un moyen pneumatique (4), du type jets de gaz, de façon à produire des fibres qui à leur tour son encore canalisées et ajustées en longueur à l'aide d'un moyen mécanique (6), du type paroi, contre lequel les fibres viennent se heurter.

7. Produit selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce les fibres minérales sont obtenues à partir de la composition verrière suivante en proportions pondérales :

SiO <sub>2</sub>	57 à 70%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0 à 5%
CaO	5 à 10%
MgO	0 à 5%
Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O	13 à 18%
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2 à 12%
F	0 à 1,5%
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0 à 4%
Impuretés	<2%

et renferme plus de 0,1% en poids de pentoxyde de phosphore lorsque le pourcentage pondéral d'alumine est égal ou supérieur à 1%.

8. Produit selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce les fibres minérales sont obtenues à partir de la composition verrière suivante en mol% :

SiO <sub>2</sub>	55-70
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0-5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0-3
TiO <sub>2</sub>	0-6
Oxydes de fer	0-2
MgO	0-5
CaO	8-24
Na <sub>2</sub> O	10-20
K <sub>2</sub> O	0-5
Fluorure	0-2

9. Produit selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce les fibres minérales sont obtenues à partir de la composition verrière

suivante en proportions pondérales, la teneur en alumine étant de préférence supérieure ou égale à 16% en poids,

SiO <sub>2</sub>	35-60 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12-27 %
CaO	0-35 %
MgO	0-30 %,
Na <sub>2</sub> O	0-17 %
K <sub>2</sub> O	0-17 %
R <sub>2</sub> O ( Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O)	10-17 %,
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0-5 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0-20 %
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0-8 %
TiO <sub>2</sub>	0-3%

10. Produit selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est utilisé pour fabriquer des panneaux de toit de densité comprise entre 80 et 150 kg/m<sup>3</sup>, de taux de liant de l'ordre de 10%, présentant une résistance à l'arrachement après vieillissement d'au moins 20 kPa et une résistance à la compression d'environ 70 kPa pour une épaisseur d'environ 50 mm ou d'au moins 55 kPa pour une épaisseur d'environ 80 mm, ainsi qu'une conductivité thermique d'au plus 35 mW/m.K.

11. Dispositif de formation de fibres minérales par centrifugation interne comportant :

- un centrifugeur (1) apte à tourner autour d'un axe X, notamment vertical et dont la bande périphérique (11) est percée d'une pluralité d'orifices (12),
- un panier (2) à fond (20) associé à l'intérieur du centrifugeur (1),
- un moyen d'étirage gazeux à haute température sous forme d'un brûleur annulaire (3),
- un moyen pneumatique pour canaliser/ajuster les dimensions des fibres sous forme d'une couronne de soufflage (4),

caractérisé en ce qu'il comporte un moyen mécanique (6) comprenant une paroi (60) disposée autour du centrifugeur (1) en regard de sa bande périphérique (11) au moins, et le fond (20) du panier (2) est sensiblement à la

hauteur de la partie (14) la plus basse de la bande périphérique (11) du centrifugeur à l'aide de moyens d'abaissement ou d'écartement (23) du panier par rapport à la partie supérieure (16) du centrifugeur.

5 12. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce que les moyens d'abaissement ou d'écartement (23) consistent en une cale associée d'une part au panier (2) et d'autre part à la partie supérieure (16) du centrifugeur.

13. Dispositif selon la revendication 11 ou 12 caractérisé en ce que la paroi (60) est refroidie et est au moins partiellement cylindrique ou sous forme d'un tronc de cône évasé de préférence en partie supérieure.

10 14. Dispositif selon l'une des revendications 11 à 13, caractérisé en ce que la température du brûleur (3) est d'au moins 1500 °C, de préférence d'au moins 1600°C.

15 15. Dispositif selon l'une des revendications 11 à 14, caractérisé en ce que la pression du brûleur (3) est au moins égale à 600 mmCE, de préférence aux environs de 650 mmCE.

16 16. Procédé de formation d'un produit à base de fibres minérales selon les revendications 1 à 10, par centrifugation interne au moyen d'un centrifugeur (1) dans lequel s'écoule du verre fondu et depuis lequel sont expulsés des filaments (50), par étirage gazeux à haute température au moyen d'un courant gazeux d'étirage émis par un brûleur (3) et au travers duquel les filaments se transforment en fibres, et par crêpage, caractérisé en ce que l'on régule la température du brûleur et/ou sa pression en fonction de la température du verre fondu.

20 17. Procédé selon la revendication 16, caractérisé en ce que la température du brûleur est d'au moins 1500°C, de préférence d'au moins 1600°C.

18. Procédé selon la revendication 16 ou 17, caractérisé en ce que la pression du brûleur est d'au moins 600 mmCE, de préférence aux environs de 650 mmCE.

30 19. Procédé selon l'une des revendications 16 à 18, caractérisé en ce que les fibres sont canalisées à l'aide d'un moyen pneumatique (4), du type jets de gaz, et ajustées en longueur à l'aide d'un moyen mécanique (6), du type paroi, contre lequel les fibres viennent se heurter.

20. Procédé selon l'une des revendications 16 à 19, caractérisé en ce que les filaments expulsés depuis le centrifugeur (1) sont obtenus à partir d'un centrifugeur dont le fond (20) du panier a été abaissé de façon à être sensiblement à hauteur de la partie la plus basse (14) du centrifugeur.

5 21. Procédé selon l'une des revendications 16 à 20, caractérisé en ce que le nombre d'orifices du centrifugeur par unité de surface est augmenté.

22. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 11 à 15 ou procédé selon l'une quelconque des revendications 16 à 21 utilisé pour la fabrication de produits d'isolation thermique et/ou acoustique.

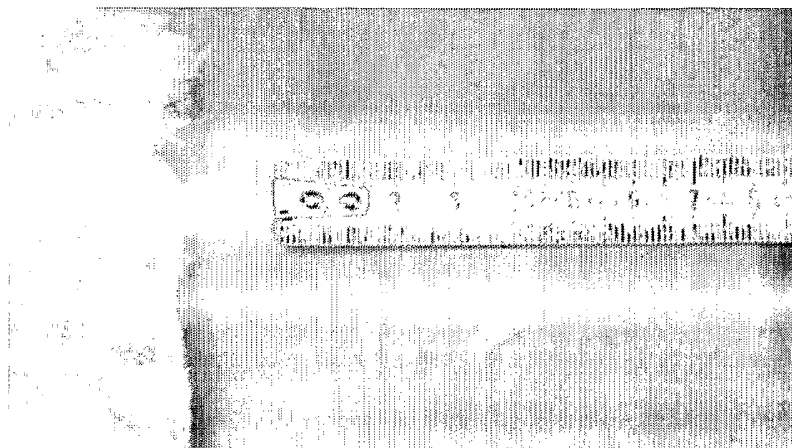


FIG. 1

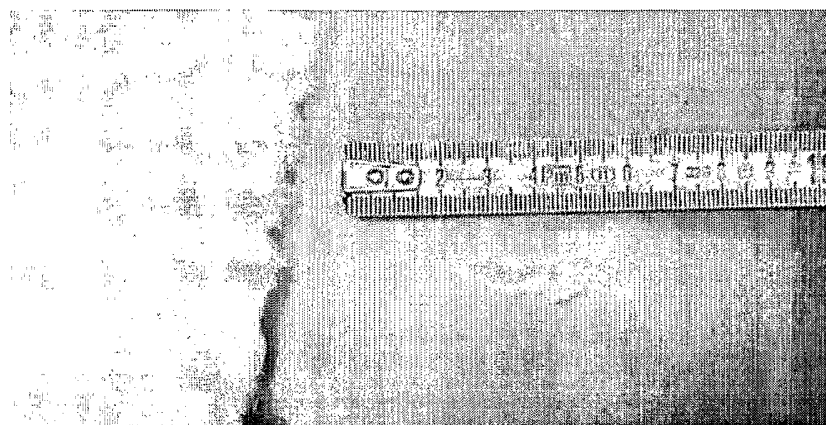


FIG. 2

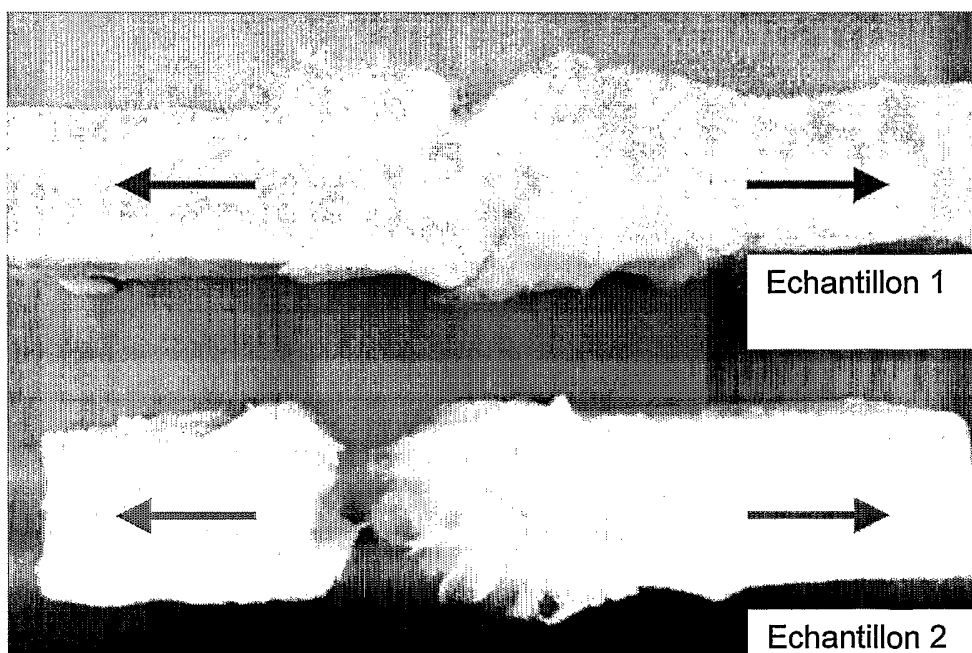


FIG. 5

FEUILLE DE REMPLACEMENT (REGLE 26)

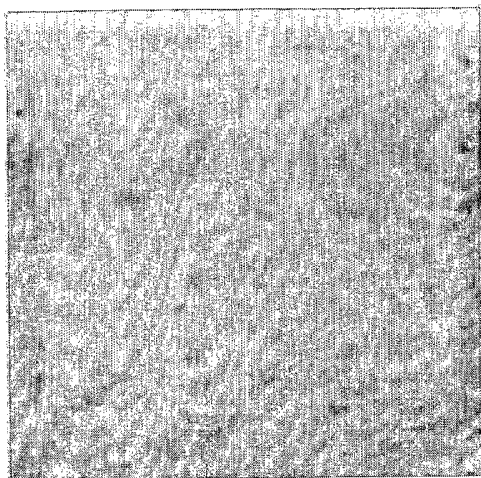


FIG. 3

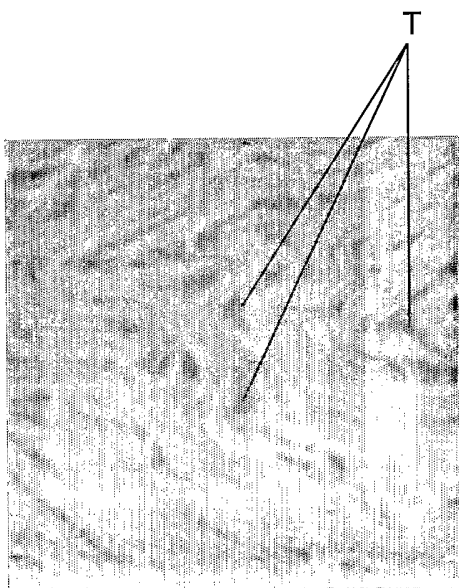


FIG. 4

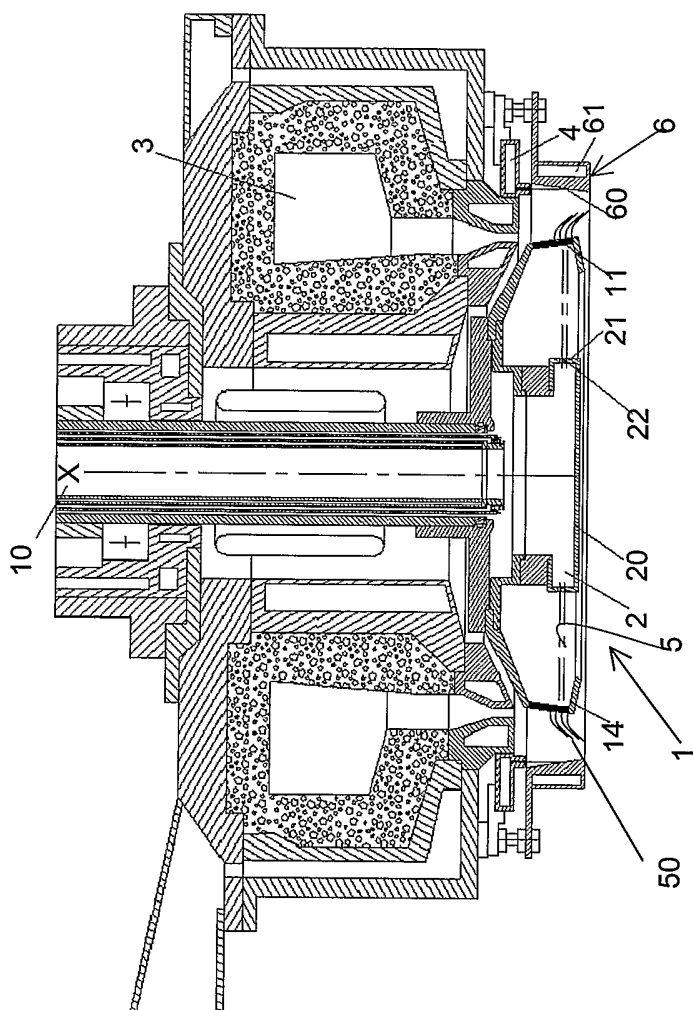


FIG. 6

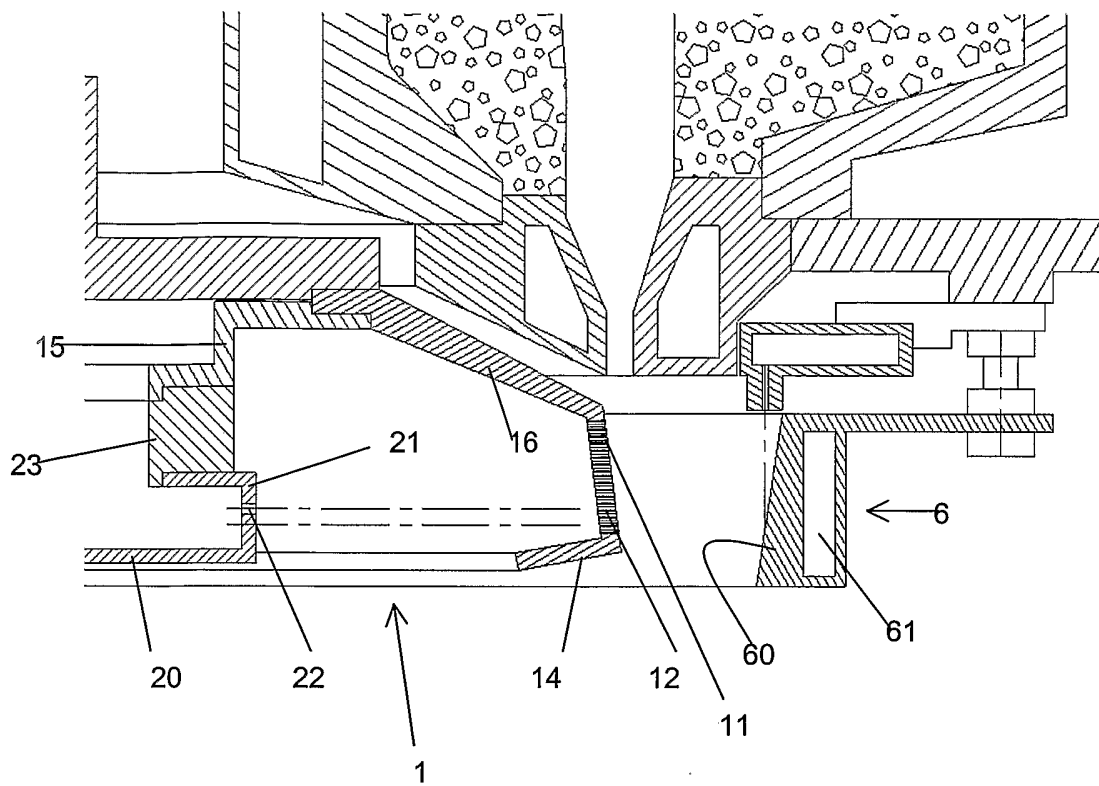


FIG. 7