

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 08.03.10.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la demande : 09.09.11 Bulletin 11/36.

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

⑥① Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦① Demandeur(s) : BATIETHIC Société à responsabilité limitée — FR.

⑦② Inventeur(s) : LENAIN GERARD, LANOS CHRISTOPHE et LUBERT CHRISTOPHE.

⑦③ Titulaire(s) : BATIETHIC Société à responsabilité limitée.

⑦④ Mandataire(s) : CABINET PLASSERAUD.

⑤④ PROCÉDE DE PREPARATION ET TRANSFERT EN CONTINU D'UN BETON DE FAIBLE DENSITE ET DISPOSITIF DE MISE EN OEUVRE.

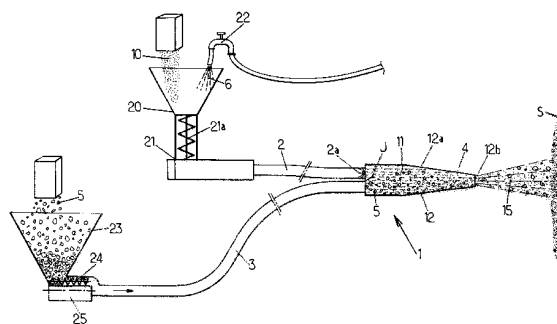
⑤⑦ Le procédé permet de projeter un béton de faible densité, notamment un béton de chanvre, et comprend:

- un déplacement d'un liant humidifié (11) au niveau d'une première voie d'alimentation (2), le liant humidifié résultant du mélange avec un liquide aqueux d'un liant (10) qui contient au moins un composé pouvant être choisi parmi la chaux, le plâtre, le ciment prompt ou l'argile;

- un déplacement d'un granulat léger (5), préférentiellement d'origine végétale et majoritairement sec, à travers une deuxième voie d'alimentation (3), entre une entrée d'alimentation (23) et un raccordement (J) avec la première voie d'alimentation (2);

- un enrobage au moins partiel des éléments constitutifs du granulat léger (5) par le liant humidifié (11) au niveau du raccordement (J); et

- un transfert, hors d'une voie de sortie (12), des éléments enrobés (15) vers une surface (S).



**Procédé de préparation et transfert en continu d'un béton
de faible densité et dispositif de mise en œuvre**

DOMAINE DE L'INVENTION

La présente invention concerne le domaine de la
5 construction et la mise en œuvre de béton de « faible
densité » notamment pour l'isolation thermique et
acoustique de surfaces, tels des murs, chapes, dalles ou
toitures, pour la rénovation de murs ou encore comme
remplissage d'ossature.

10 Par béton de faible densité, on entend un composé
comprenant au moins un liant, et au moins un granulat léger
typiquement organique et préférentiellement de type
végétal, en particulier à base de chanvre, de lin, de
copeaux de bois, de maïs, ou analogues ou un mélange de
15 ceux-ci, ainsi qu'éventuellement un additif et/ou adjuvant
solide.

L'invention concerne plus particulièrement un procédé
et un dispositif de préparation et transfert en continu
d'un béton de faible densité.

20 ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE DE L'INVENTION

Le béton de faible densité à base d'un mélange liant-
granulat léger est intéressant pour l'obtention notamment
d'une très bonne isolation thermique et d'une correction
acoustique. Afin d'optimiser le coefficient d'isolation,
25 la proportion de granulat léger, de nature isolante, est
alors maximisée par rapport aux autres composants du
béton de faible densité. On appliquera souvent des
épaisseurs importantes de ces bétons, afin d'assurer une
bonne isolation. Le béton de faible densité sera envisagé
30 dans la présente invention comme constitué principalement
d'un granulat léger comme défini ci-dessus, consolidé,
voire enrobé par au moins un liant et non l'inverse. Le
béton de faible densité, ainsi obtenu est donc

substantiellement compressible lors de sa mise en œuvre avant durcissement, contrairement à la plupart des bétons pour lesquels le ou les granulats sont noyés dans une masse de liant(s) majoritaire et qui sont peu ou pas compressibles. Un tel béton de faible densité présentera une densité à sec comprise entre 150 kg/m³ et 950 kg/m³ et de préférence, une densité comprise entre 200 kg/m³ et 500 kg/m³.

Parmi les liants précités, on peut mentionner des liants aériens, tels que la chaux éteinte, la dolomite hydratée, le plâtre, ou hydrauliques, tels les ciments, les chaux hydrauliques naturelles ou les liants hydrauliques à base de chaux, ou encore un mélange de ceux-ci. Le liant est préférablement à base d'un composé contenant l'élément Ca. Il pourra être éventuellement à base d'argile.

Par "liant aérien", on entend des liants dont la prise résulte d'une carbonatation, en particulier par le CO₂ de l'atmosphère. Par liant hydraulique, on entend des liants dont la prise résulte d'une réaction pouzzolanique en présence d'eau.

Par liant hydraulique à base de chaux, on entend toute combinaison d'un réactif pouzzolanique fin (argiles, cendres, métakaolin...) et de chaux. En tant que granulat (appelé parfois agrégat) léger d'origine végétale, on peut citer en particulier la chènevotte, partie non fibreuse de la tige de chanvre, après défibrage mécanique ou toute autre méthode de transformation de la plante, et/ou d'autres composants du chanvre, comme les fibres, fibrilles, poussières et poudre de chanvre, ou encore du bois, du lin.

Les termes de chaux éteinte ou chaux hydratée, représentent un composé principalement constitué d'hydroxyde de calcium. Les bétons de faible densité, en particulier les bétons de chanvre sont bien connus du domaine de la construction, notamment pour leur propriété

d'isolation, comme décrit par exemple dans le brevet EP 1 406 849. Classiquement, les bétons de faible densité comme le béton de chanvre, à base de chènevotte de chanvre et de chaux, sont préparés par malaxage et mis en œuvre
5 manuellement entre des banches.

Il existe actuellement un besoin pour projeter ou déverser le type de béton susmentionné de manière efficace et continue. Plusieurs techniques de projection (ou gunitage) des bétons sont connues parmi lesquelles on
10 distingue notamment les méthodes de projection par voie humide ou mouillée et les méthodes de projection par voie sèche.

Les méthodes de projection par voie humide ou mouillée, qui prévoient que les matières premières soient
15 mélangées avec de l'eau, sont plus particulièrement utilisées pour l'application d'un béton de forte densité (c'est-à-dire un béton présentant une densité jusqu'à 5-10 fois plus élevée qu'un béton de faible densité), dont le granulats majoritaire est souvent le sable (béton de sable).
20 Les méthodes de projection par voie humide ne sont pas ou peu utilisées pour projeter les bétons de faible densité, en particulier les bétons de chanvre-chaux. Il a en effet été constaté qu'un mélange de qualité ne pouvait être projeté qu'avec un dosage excessif de chaux ainsi qu'un
25 ajout de sable. Ceci est à éviter dans le cadre d'une projection par voie humide, comme mentionné dans le document FR 2 923 242, car les performances thermiques des revêtements effectués de cette façon seraient alors réduites, par rapport à l'utilisation d'un béton de
30 chanvre-chaux correctement dosé, sans sable.

Les méthodes de projection par voie sèche, prévoient que les matières premières soient mélangées sous forme sèche et que le mélange ne soit hydraté qu'un peu avant la sortie de la lance. Ces méthodes ne sont pas considérées
35 comme satisfaisantes pour la projection ou le déversement

en continu des bétons compressibles (pour lesquels les granulats ne sont pas noyés dans une masse de liant(s) majoritaire). En effet avec une méthode par voie sèche, les pertes par rebond sur la paroi traitée sont plus importantes que dans le cas de la voie humide. Des obstructions et des agglomérations non désirables se produisent en fin de transfert car le mélange est plus irrégulier. En outre avec cette méthode, une partie du liant se retrouve en suspension dans l'air, occasionnant des brouillards irritants.

Il est connu, par exemple du document FR 2 923 242, de contrôler l'humidification à proximité de la sortie de la lance pour améliorer l'efficacité de la méthode par voie sèche, en dispersant l'eau dans un gaz circulant avec le mélange sec. Une humidification contrôlée permet de minimiser les obstructions et les agglomérations non désirables.

Les solutions de mise en œuvre de béton de chanvre ou béton analogue de faible densité ont l'avantage d'une mécanisation et apportent des améliorations certaines en termes de délai de mise en œuvre, délai de séchage et coût...). Les solutions aujourd'hui opérationnelles ont cependant les inconvénients de nécessiter un temps d'installation repli important, de nécessiter un transport par camion et de créer de la poussière de liant au poste de mise en œuvre. Plus généralement, il existe toujours un besoin pour obtenir efficacement et en un minimum de temps des bétons légers, et de préférence avec un faible délai de séchage.

OBJETS DE L'INVENTION

La présente invention a notamment pour but de pallier tout ou partie de ces inconvénients en proposant un procédé de préparation et transfert d'un béton de faible densité, notamment de béton de chanvre, le procédé comprenant :

- un déplacement d'un liant humidifié, au niveau d'une première voie d'alimentation, ledit déplacement étant effectué de manière étanche, le liant humidifié résultant du mélange avec un liquide aqueux d'un liant qui contient un ou plusieurs composés comprenant un élément alcalino-terreux et/ou un composé à base d'argile, ledit composé pouvant être choisi parmi la chaux, le plâtre, un ciment prompt ou de l'argile ;
 - un déplacement d'un granulats léger, préférentiellement d'origine végétale et majoritairement sec, à travers une deuxième voie d'alimentation, entre une entrée d'alimentation et un raccordement avec ladite première voie d'alimentation ;
 - un enrobage au moins partiel des éléments constitutifs du granulats léger par le liant humidifié au niveau dudit raccordement ; et
 - un transfert, hors d'une voie de sortie agencée de préférence dans le prolongement de la première voie d'alimentation, des éléments enrobés vers une surface.
- On comprend que la technique de transfert peut être considérée comme étant de type humide seulement pour le liant, ce qui évite les problèmes d'un excès d'hydratation du granulats léger (en particulier avec le chanvre ou autre matériau hydrophile à haute capacité d'absorption de l'eau). Le procédé permet avantageusement une hydratation complète du liant. On obtient ainsi un enrobage satisfaisant qui minimise le risque de reprise d'eau d'origine externe (eau de pluie par exemple) avec le développement de microorganismes, moisissure, fragilisation au gel, etc... Les poussières provenant de la chaux (généralement conditionnée dans des sacs) sont également très fortement limitées par l'opération de mélange avec le liquide aqueux. Il en résulte un procédé efficace qui permet l'obtention d'un béton dont les caractéristiques de mise en œuvre, de séchage et de prise sont améliorées.

Un autre avantage du procédé est qu'il permet la mise en œuvre de béton très légers, dont la densité est inférieure ou égale à 300 kg/m^3 (par exemple le mélange béton de chanvre pour toiture), et également pour des
5 dosages peu chargés en granulats légers, par exemple pour la réalisation d'enduits chaux-chanvre dont la densité est de l'ordre de $900\text{--}950 \text{ kg/m}^3$. Le procédé permet donc la projection de liant seul ou faiblement chargé en granulats.

Dans divers modes de réalisation du procédé selon
10 l'invention, on peut éventuellement avoir recours en outre à l'une et/ou à l'autre des dispositions suivantes :

- la préparation et le transfert du béton de faible densité sont réalisés en continu, le liant humidifié et le granulat léger étant déplacés de façon continue
15 (la continuité du procédé est facilitée par le fait que le mélange entre le granulat léger et le liant est retardé, ce qui minimise le risque de blocage par des agglomérations indésirables) ;
- les éléments enrobés sont projetés lors dudit
20 transfert par entraînement suivant une direction générale définie par la première voie d'alimentation (cette disposition permet de simplifier la projection, les dosages et les débits pouvant être ajustés en amont de la zone de raccordement et de projection) ;
- le liant humidifié sort de la première voie
25 d'alimentation avec un premier débit massique et le granulat sort de la deuxième voie d'alimentation avec un deuxième débit massique, le ratio entre le deuxième débit et le premier débit étant compris dans la gamme
30 1 :12 à 2 :3 (ainsi, c'est le liant humide qui entraîne le granulat léger et non l'inverse, ce qui est avantageux pour conserver la continuité du procédé puisqu'on minimise le risque de blocage par les granulats et on récupère l'énergie cinétique du liant
35 humidifié pulvérisé et du granulat qui peut être

transporté par voie pneumatique) ;

- le liant humidifié sort à un débit compris entre 0,4 et 3 T/h de liant sec au niveau d'une ouverture d'un pulvérisateur tel qu'une buse (le débit massique en liant humidifié varie en fonction du dosage en liant sec et en fonction du degré d'humidification qui peut être réglé indépendamment par l'opérateur) ;
- avant ledit enrobage, il est prévu un stockage, un dosage et un transport du granulat léger ;
- le procédé comprend un recyclage du béton de faible densité transféré sur la dite surface et ayant subi un rebond sur cette dernière ou récupéré après grattage ou redressement des ouvrages déjà réalisés, de préférence par la deuxième voie d'alimentation et après dosage du débit en granulats.

Par ailleurs, l'invention a également pour objet un dispositif de préparation et transfert d'un béton de faible densité, notamment de béton de chanvre, adapté pour enrober avant la phase de déversement ou projection, des éléments constitutifs d'un granulat léger par un liant préalablement humidifié.

A cet effet, le dispositif présente un raccordement entre trois voies définies par :

- un premier conduit d'alimentation étanche permettant de faire circuler un liant en phase aqueuse ;
- un deuxième conduit d'alimentation permettant de faire circuler un granulat léger, préférentiellement d'origine végétale et majoritairement sec, une entrée d'alimentation pour le granulat léger étant reliée au deuxième conduit d'alimentation ; et
- un conduit de transfert avec une sortie pour délivrer des particules de granulat léger enrobées de liant.

Le dispositif comporte avantageusement :

- au moins une entrée d'alimentation en un liant

humidifié reliée au premier conduit d'alimentation, ledit liant contenant un ou plusieurs composés comprenant un élément alcalino-terreux et/ou un composé à base d'argile ;

- 5 - des moyens de mise sous une pression supérieure à la pression atmosphérique dudit liant humidifié à l'intérieur du premier conduit d'alimentation ; et
- des moyens de pulvérisation associés au premier conduit d'alimentation et permettant d'aérer ledit
10 liant en phase aqueuse, par exemple par l'intermédiaire d'une buse, les moyens de pulvérisation étant agencés pour :
 - o injecter le liant humidifié au niveau dudit
 raccordement ; et
 - 15 o entraîner les éléments constitutifs du granulat léger vers la sortie du conduit de transfert, en les enrobant au moins partiellement dudit liant humidifié.

On comprend que le granulat léger circule dans le
20 deuxième conduit qui débouche au niveau du raccordement dans la zone de pulvérisation du liant humidifié, de façon à être entraîné par le flux de liant humidifié.

Selon une particularité, le dispositif comprend une unité d'humidification dudit liant, l'unité
25 d'humidification comportant des moyens pour mélanger le liant avec un liquide aqueux et une sortie reliée au premier conduit d'alimentation pour faire circuler le liant humidifié vers le raccordement.

Selon une particularité, l'entrée d'alimentation pour
30 le granulat léger est associée à un dispositif à air comprimé ou une soufflerie agencé au niveau d'une entrée du deuxième conduit d'alimentation.

Selon une particularité, les moyens de pulvérisation présentent au moins un injecteur formé au niveau du

raccordement, l'injecteur et la sortie du conduit de transfert définissant un axe central de projection du dispositif. Ainsi, le granulat peut être déversé en continu dans le flux d'injection du liant humidifié, ce qui rend la
5 mise en œuvre du transfert de béton de faible densité particulièrement simple.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la description suivante de
10 plusieurs modes de réalisation, donnés à titre d'exemples non limitatifs, en regard des dessins joints dans lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique d'un dispositif selon l'invention ;
- 15 - la figure 2 montre un logigramme d'étapes conformément à un mode de réalisation du procédé selon l'invention ;
- la figure 3 montre un raccordement entre les voies d'alimentation et la voie de sortie, conformément à un
20 mode de réalisation préféré de l'invention.

DESCRIPTION DES MODES DE REALISATION PREFERES DE L'INVENTION

Sur les différentes figures, les mêmes références désignent des éléments identiques ou similaires.
25 Comme cela est visible sur la figure 1, le dispositif 1 selon l'invention présente un raccordement J qui forme une jonction entre plusieurs conduits 2, 3, 4, ici au nombre de trois, pour mélanger le granulat léger 5 d'une part, et un mélange essentiellement liquide d'eau 6 ou
30 liquide aqueux comparable et d'un liant 10 à composante minérale tel que la chaux ou liant aérien similaire. Alternativement, de l'argile ou un liant principalement hydraulique (par exemple le ciment prompt) peuvent être

utilisés. Le granulat léger 5 est typiquement organique mais peut éventuellement aussi être minéral (argile expansée ou pierre ponce par exemple). On comprend que le liant 10 contient majoritairement un ou plusieurs composés
5 comprenant un élément alcalino-terreux. L'humidification de ce liant 10 peut être considérée comme complète. Dans tout ce qui suit, le mélange liant-liquide aqueux sera appelé liant humidifié 11.

Dans cet exemple, un enrobage partiel ou total des
10 particules du granulat léger 5 est réalisé à partir du raccordement J, et tout au long du transfert du béton à travers un conduit 12, ainsi qu'en dehors du conduit 12 jusqu'à la surface S sur laquelle est appliqué le béton. Le conduit de transfert 12 peut être cylindrique ou présenter
15 optionnellement une restriction 12a de section. De manière non limitative, le conduit de transfert 12 peut être portatif et permet de projeter le béton en formation constitué par les particules enrobées 15 et le liant humidifié 11. L'ouverture formée à l'extrémité de sortie
20 12b du conduit 12 est de préférence suffisamment large pour éviter une agglomération précoce entre les particules enrobées 15. La section de passage de la sortie 12b excède de préférence 20cm² et peut optionnellement être inférieure à la section prévue au niveau de la jonction J.

25 Dans une variante de réalisation comme illustré à la figure 3, le raccordement J peut être formé sur le côté d'un premier conduit 2 pour le transport du liant humidifié 11. Il s'agit ici d'un raccordement J qui est simple et prévu à proximité de la sortie 12b du conduit 12, par
30 exemple à une distance d inférieure ou égale à un mètre. Le deuxième conduit 3 peut être incliné d'un angle aigu par rapport à un axe central A défini par le premier conduit 2 à proximité du raccordement J. Cet axe central A correspond ici à un axe d'injection du liant humidifié 11 acheminé par
35 le premier conduit 2 et peut être confondu avec un axe

central défini au niveau de la sortie 12b du conduit 12. Bien entendu, la connexion des deux conduits 2 et 3 peut être réalisée sous différentes formes et les exemples des figures 1 et 3 sont non limitatifs pour le type de jonction
5 qui est formé à proximité de la sortie 12b.

En référence à la figure 1, le premier conduit 2 du dispositif 1 forme une voie d'alimentation étanche qui permet de faire circuler le liant humidifié 11 sans perte d'eau. Une trémie d'alimentation 20 permet ici de collecter
10 le liant 10 tel que la chaux et éventuellement le liquide aqueux 6. Une tubulure 21 raccordée à l'extrémité inférieure de la trémie 20 permet au liant 10 de se mélanger avec le liquide aqueux 6 en s'écoulant vers le premier conduit 2. La tubulure 21 peut être définie par une
15 extrémité du premier conduit 2 ou consister en un dispositif spécifique, préférablement de plus grande section que le premier conduit 2. Une vis sans fin 21a ou tout autre moyen pour doser la quantité de liant 10 peut être prévu entre la trémie 20 et la tubulure 21 ou dans la
20 tubulure 21, en amont ou en aval d'une arrivée pour le liquide aqueux 6. Un dispositif de dosage 22, ici indépendant, peut aussi être utilisé pour doser et contrôler le débit du liquide aqueux 6, de préférence avant son déversement dans la trémie 20. L'opérateur peut régler
25 éventuellement le degré d'humidification du liant 10 à l'aide d'un système d'ajout d'eau asservi à une molette de type robinet actionnable par l'opérateur dans une zone de préhension proche du raccordement J. Par une simple commande de la molette, l'opérateur peut ainsi contrôler un
30 apport d'eau en aval du dosage en liant 10. Dans le cas de la figure 1, on comprend que les moyens 21, 21a pour mélanger le liant 10 avec un liquide aqueux 6 peuvent être commandés par une quelconque interface de commande réalisée au voisinage du raccordement J.

35 Dans l'exemple de la figure 1, la trémie 20 et la

tubulure 21 forment une unité d'humidification 20, 21 du liant 10. Un mélange du liant 10 avec le liquide aqueux 6 est typiquement réalisé au niveau de la tubulure 21. Le liant humidifié 11 qui est obtenu s'écoule par exemple par gravité et/ou par entraînement mécanique jusqu'à une sortie de l'unité d'humidification 20, 21 et rejoint le premier conduit 2.

Bien entendu, la trémie 20 pourrait être remplacée par une ou plusieurs entrées d'alimentation. L'unité d'humidification 20, 21 peut d'ailleurs être considérée comme optionnelle. Ainsi dans une variante de réalisation, le liant humidifié 11 préalablement préparé peut être versé directement par une ou plusieurs entrées d'alimentation en un liant humidifié 11 en communication avec le premier conduit 2 servant à l'alimentation en liant humidifié 11.

La circulation du liant humidifié 11 dans ce premier conduit 2 peut être réalisée par une mise sous pression (supérieure à la pression atmosphérique) du liant humidifié 11. Une pompe (non représentée) peut être utilisée à cet effet. Des moyens de pulvérisation 2a, par exemple formés par une buse interne à une ou plusieurs ouvertures d'injection, sont associés au premier conduit 2 pour projeter le liant humidifié 11 avec une vitesse suffisamment élevée et sous forme pulvérisée. Dans l'exemple de la figure 3, dans lequel les conduits 2 et 3 et le conduit de transfert 12 convergent vers un point central, les moyens de pulvérisation 2a ne font pas saillie dans le raccordement J afin de limiter les risques de blocage du granulat léger 5. Ceci est également applicable à l'exemple de réalisation de la figure 1, dans lequel le premier conduit 2 et le deuxième conduit 3 rejoignent de façon sensiblement parallèle le raccordement J.

Le dispositif 1 illustré à la figure 1 présente une trémie d'alimentation 23 pour collecter le granulat léger 5, par exemple du chanvre sec ou autre granulat organique

d'origine végétale (lin, liège, copeaux...). Le dosage en granulat léger 5 est ici réalisé à l'aide d'une vis sans fin 24 agencée dans une tubulure reliée à l'extrémité inférieure de la trémie 23. bien entendu, tout autre moyen
 5 de dosage adapté peut être utilisé pour régler le débit d'alimentation en granulat léger 5. Le deuxième conduit 3 définit ici une voie d'alimentation par transport pneumatique à une vitesse de transport déterminée selon l'application souhaitée. A titre d'exemple non limitatif,
 10 une vitesse de transport pneumatique supérieure à 5 m/s, par exemple de l'ordre de 20 m/s, peut être obtenue.

Comme cela est visible sur la figure 1, une soufflante 25 à fluide gazeux tel que l'air permet d'alimenter le deuxième conduit 3. Bien entendu, tout autre
 15 moyen de transport d'une matière pulvérulente à travers un flux de gaz non humidifiant peut être utilisé (le granulat léger 5 est donc ici non humidifié). Les premier et deuxième conduits 2, 3 peuvent être entièrement ou partiellement souples, et constitués d'une ou plusieurs
 20 parties.

En référence aux figures 1 et 3, les éléments constitutifs du granulat léger 5 sont entraînés par le flux de gaz au moins jusqu'au raccordement J, où ils pénètrent dans le flux de liant humidifié 11 injecté. Le croisement
 25 des flux peut être réalisé dans un raccordement J en forme de "T" ou de "Y". Le débit massique (en kg/s) du liant humidifié 11 est de préférence supérieur à celui du granulat léger 5. Si l'on considère que le liant humidifié 11 sort de la première voie d'alimentation avec un premier
 30 débit massique Q1 et le granulat léger 5 sort de la deuxième voie d'alimentation avec un deuxième débit massique Q2, on a par exemple la relation suivante :

$$1/12 \leq Q2/Q1 \leq 2/3$$

Comme cela est visible sur la figure 3, les moyens de
 35 pulvérisation 2a qui injectent le liant humidifié 11 au

niveau du raccordement J, peuvent être réalisés et agencés pour :

- o injecter le liant humidifié 11 suivant un axe central A de projection sensiblement parallèle à l'axe de la sortie 12b du conduit 12 de transfert ; et
- o entraîner les éléments constitutifs du granulat léger 5 vers la sortie 12b du conduit 12 de transfert, en les enrobant au moins partiellement dudit liant humidifié 11.

Le liant humidifié 11 sort par exemple à un débit compris entre 400 et 3000 kg/h de liant sec 10 au niveau d'une ouverture des moyens de pulvérisation 2a.

Entre le raccordement J et la sortie 12b du conduit de transfert 12, un enrobage du granulat léger 5 est réalisé et des particules enrobées 15 de béton de faible densité, humides, sont formées. Le granulat léger 5 n'est alors humidifié que très partiellement puisque c'est le liant 10 qui est porteur des molécules d'eau. Il est permis de projeter ces particules humides de béton 15 sur une surface S, suivant une direction générale définie ici par un alignement entre le premier conduit 2 et la sortie 12b du conduit de transfert 12. Dans des variantes de moindre préférence, le premier conduit 2 et la sortie 12b peuvent ne pas être alignés. Dans ce cas, une courbure très progressive peut être réalisée au niveau du raccordement J pour limiter la perte d'énergie cinétique du liant humidifié 11.

Il est également permis, dans une variante de réalisation, de limiter la vitesse d'injection, les débits respectifs et/ou la vitesse de sortie pour simplement déverser le béton, sans le projeter.

Un exemple de réalisation du procédé de projection va à présent être décrit en liaison avec les figures 1 et 2.

Tout d'abord il convient de souligner que le procédé

permet avantageusement une projection en continu d'un béton de faible densité. Pour cela, il est prévu des étapes d'approvisionnement A5, A6, A10 respectives pour approvisionner le dispositif 1 en granulat léger 5, en
5 liquide aqueux 6 et en liant 10. L'unité d'humidification 20, 21 peut être associée éventuellement à des moyens de chargement en liant 10 pour automatiser l'étape d'approvisionnement A10. De la même façon, des moyens de chargement en granulat léger 5 peuvent éventuellement être
10 associés à la trémie 23 pour automatiser l'étape d'approvisionnement A5.

L'unité d'humidification 20, 21 peut ainsi, de manière optionnelle, présenter un réservoir de mélange du liquide aqueux 6 avec le liant 10. Une interface
15 d'approvisionnement en liant humidifié 11 peut en outre être connectée à une partie inférieure d'un tel réservoir de mélange. L'interface permet alors, en liaison avec des moyens de pompage et des moyens de dosage d'approvisionner en continu le liant humidifié 11 dans le premier conduit 2.

20 Pour permettre l'obtention d'un béton de faible densité ayant une prise rapide et des qualités précises (résistance thermique, mécanique, densité sèche...), on comprend qu'il est nécessaire d'ajuster les débits des matériaux. En particulier, le débit massique d'alimentation
25 en liant humidifié 11 peut être asservi en fonction du débit d'alimentation en granulat léger 5. Le procédé peut donc prévoir avantageusement une telle étape 50 d'asservissement. Les étapes respectives de dosage D5, D6 et D10 peuvent être réalisées sous toute forme appropriée.
30 Comme de telles opérations de dosage séparé sont bien connues de l'homme du métier, elles ne seront pas décrites en détail ici. Il est par ailleurs bien entendu que les étapes D6 et D10 peuvent être fusionnées en une seule le cas échéant, en particulier si le liant sec 10 et le
35 liquide aqueux 6 ont déjà été préalablement mélangés avec

des proportions déterminées en liant 10 et en liquide aqueux 6. On comprend donc que l'étape 51 de mélange permettant la liquéfaction du liant 10 en présence du liquide aqueux 6 n'est pas nécessairement réalisée au
5 niveau du dispositif 1. Optionnellement, un dosage complémentaire en liquide aqueux 6 (i.e. un ajout contrôlé du liquide aqueux 6) asservi à la commande de l'opérateur projeteur et disposé en amont ou en aval de l'étape de déplacement 52 du liant humidifié 11 dans le conduit 2,
10 peut être prévu pour ajuster l'humidification du mélange final en fonction des conditions (atmosphériques, techniques...).

L'étape 50 d'asservissement peut être paramétrée en se fondant sur le débit (préférentiellement prédéterminé et
15 maintenu constant) d'alimentation en granulats légers 5 seul. Après l'étape d'approvisionnement A5 qui peut comprendre un stockage du granulats légers 5 et avant l'étape d'enrobage 54, il est prévu un dosage qui détermine le débit massique en granulats légers 5 puis un transport de ce dernier.

20 Ce transport est réalisé dans le deuxième conduit 3 avec le granulats légers 5 seul ou avec ce granulats légers 5 complété par des particules enrobées 15 recyclées. En effet, le procédé peut prévoir un recyclage du béton de faible densité projeté ou déversé qui ne s'est pas
25 aggloméré sur la surface S de destination ou celui récupéré après redressement des murs. Ainsi dans le cas de la projection, le béton de faible densité formé par les particules enrobées 15, ayant subi un rebond sur la surface S, est recyclé en alimentant le deuxième conduit 3. L'étape
30 A15 d'approvisionnement complémentaire par des particules enrobées 15 recyclées est réalisée en aval de l'étape de dosage A5, par exemple par une entrée d'alimentation additionnelle du deuxième conduit 3.

En référence à la figure 2, le procédé comprend en
35 parallèle l'étape de déplacement 52 du liant humidifié 11

et l'étape de déplacement 53 du granulat léger 5 (le cas échéant avec du recyclé). Les conduits 2 et 3 ne se rejoignent qu'au niveau du raccordement J, à proximité de la sortie 12a. Ces étapes de déplacement 52 et 53 sont ici
5 réalisées de façon continue pour obtenir une continuité de l'étape d'enrobage 54 qui permet de transférer le béton de faible densité en continu, de préférence par projection.

Le liant humidifié 11 circule dans le premier conduit 2 qui est étanche à l'aide de moyens de pompage. La
10 liquéfaction du liant 10 facilite la mise sous pression dans ce premier conduit 2, ce qui permet de pulvériser le liant humidifié 11 pour l'injecter dans la zone de jonction définie au niveau du raccordement J par le conduit de transfert 12. Le granulat léger 5 arrive dans la zone de
15 jonction pour être enrobé par le liant humidifié 11 et entraîné par le flux de ce liant humidifié 11.

L'étape d'enrobage 54 correspond à un mélange entre le granulat léger 12 (avec le cas échéant du recyclé) et le liant humidifié 11. L'enrobage au moins partiel des
20 éléments constitutifs du granulat léger 5 commence au niveau du raccordement J et se poursuit tout au long de la projection. L'étape de transfert 55, hors de la voie de sortie définie par le conduit 12 est réalisée avec une vitesse des particules enrobées 15 qui permet une
25 projection efficace. Le conduit de transfert 12 peut par ailleurs être court, avec une longueur (distance d sur la figure 3) comprise entre 10 et 40cm par exemple, ce qui facilite la maniabilité et le bon positionnement de la lance du dispositif 1. L'opérateur peut ainsi saisir, dans
30 une main, une portion du premier conduit 2 proche du raccordement J et, dans l'autre main, une portion du deuxième conduit 3 proche du raccordement J. La buse formant le pulvérisateur 2a est par exemple actionnable au niveau de la portion de préhension associée au premier
35 conduit 2.

En référence à la figure 1, le liant humidifié 11 sort du premier conduit 2 par l'intermédiaire d'une buse interne à une vitesse élevée et en direction de la sortie 12b de la lance formée par la buse de transfert 12. Les
5 particules de granulats légers 5 qui sont acheminées à grande vitesse par voie pneumatique croisent le jet de liant humidifié dispersé. Le mélange obtenu après enrobage sort de la lance sous sa propre vitesse qui reste élevée.

On comprend que l'opérateur peut donc projeter
10 aisément le béton de faible densité sur une surface S de destination étendue. L'agglomération des particules enrobées 15 sur la surface S permet d'obtenir un béton de faible densité ayant typiquement des bonnes propriétés d'isolation thermique et acoustique. Le chanvre est un
15 matériau particulièrement intéressant pour obtenir de telles propriétés d'isolation.

Un des avantages de l'invention est la simplicité de conception du dispositif 2 (qui est donc robuste) et de la mise en œuvre des étapes du procédé. Le mélange du liant 10
20 et des granulats organiques dans le cadre de la préparation et la projection de béton ou mortier allégé par voie mécanisée sont avantageusement réalisés sans inconvénient pour la fiabilité et la rapidité du procédé. De plus, il n'y a pas de poussière en sortie de lance et le débit
25 important permet des cadences de projection élevées. Autrement dit, ce procédé est donc particulièrement intéressant à exploiter, en particulier pour la projection d'un béton de chanvre, mélange de chaux et de chanvre (« chènevotte »).

30 On comprend que chacune des formes et des détails de réalisation décrits précédemment peuvent être utilisés isolément ou en combinaison. Il doit être évident pour les personnes versées dans l'art que la présente invention permet des modes de réalisation sous de nombreuses autres
35 formes spécifiques sans l'éloigner du domaine d'application

de l'invention comme revendiqué. En particulier, bien que le dispositif 1 soit décrit comme adapté pour permettre une projection du béton de faible densité, il peut bien entendu servir pour des applications de déversement de béton, par
5 exemple sur une toiture. Dans ce dernier cas, le ratio $Q2/Q1$ pourra être proche de $2/3$.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de préparation et projection d'un béton de faible densité, notamment de béton de chanvre, le procédé comprenant :

- 5 - un déplacement (52) d'un liant humidifié (11), ledit déplacement étant effectué de manière étanche au niveau d'une première voie d'alimentation (2), le liant humidifié résultant du mélange (51) avec un liquide aqueux d'un liant (10) qui contient un ou
10 plusieurs composés comprenant un élément alcalino-terreux et/ou un composé à base d'argile, ledit composé pouvant être choisi parmi la chaux, le plâtre, un ciment prompt ou de l'argile ;
- 15 - un déplacement (53) d'un granulat léger (5), préférentiellement d'origine végétale et majoritairement sec, à travers une deuxième voie d'alimentation (3), entre une entrée d'alimentation (23) et un raccordement (J) avec ladite première voie d'alimentation (2) ;
- 20 - un enrobage (54) au moins partiel des éléments constitutifs du granulat léger (5) par le liant humidifié (11) au niveau dudit raccordement (J) ; et
- 25 - un transfert (55), hors d'une voie de sortie (12) agencée de préférence dans le prolongement de la première voie d'alimentation (2), des éléments enrobés vers une surface (S).

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la préparation et le transfert du béton de faible densité sont réalisés en continu, le liant humidifié (11) et le granulat
30 léger (5) étant déplacés de façon continue.

3. Procédé selon l'une ou l'autre des revendications 1 et 2, dans lequel les éléments enrobés sont projetés lors dudit transfert (55) par entraînement suivant une direction générale définie par la première voie d'alimentation (2).

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel le liant humidifié (11) sort de la première voie d'alimentation (2) avec un premier débit massique et le granulats sort de la deuxième voie d'alimentation (3) avec un deuxième débit massique, le ratio entre le deuxième débit et le premier débit étant compris dans la gamme 1 :12 à 2 :3.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel le liant humidifié (11) sort à un débit compris entre 0,4 et 3 T/h de liant sec au niveau d'une ouverture d'un pulvérisateur (2a) tel qu'une buse.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant, avant ledit enrobage, un stockage, un dosage et un transport dudit granulats léger (5).

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant un recyclage dudit béton de faible densité transféré sur ladite surface (S) et ayant subi un rebond sur cette dernière ou récupéré après grattage ou redressement d'ouvrages déjà réalisés.

8. Dispositif (1) de préparation et projection d'un béton de faible densité, notamment de béton de chanvre, comprenant un raccordement (J) entre trois voies (2, 3, 12) définies par :

- un premier conduit (2) d'alimentation étanche permettant de faire circuler un liant en phase aqueuse ;

- un deuxième conduit (3) d'alimentation permettant de faire circuler un granulats léger (5), préférentiellement d'origine végétale et majoritairement sec, une entrée d'alimentation (23) pour le granulats léger étant reliée au deuxième conduit d'alimentation ; et

- un conduit de transfert (12) avec une sortie (12b) pour délivrer des particules humides de béton ;

caractérisé en ce que le dispositif comprend :

- au moins une entrée d'alimentation (20) en un liant humidifié (11) reliée au premier conduit

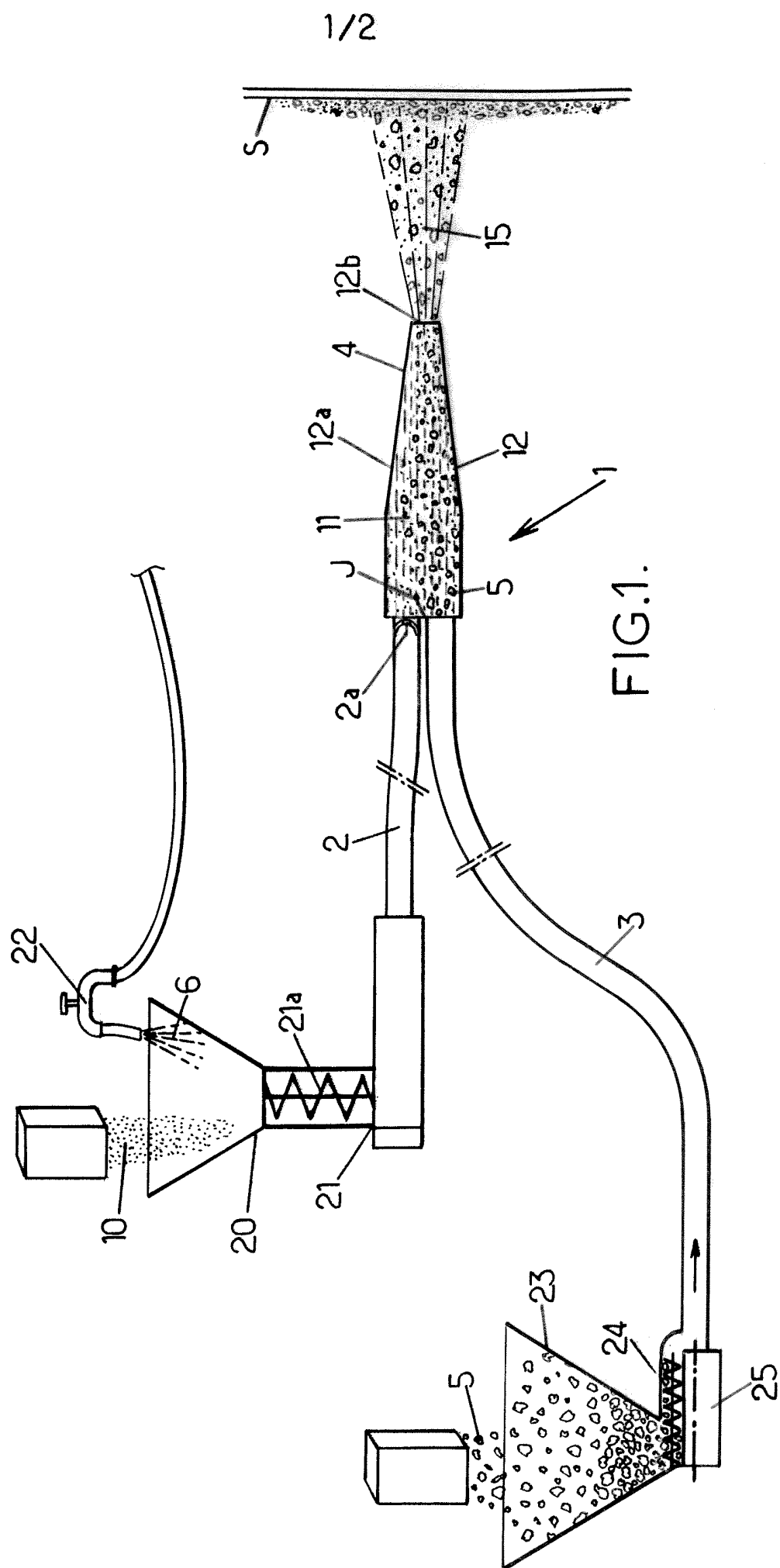
d'alimentation (2), ledit liant contenant un ou plusieurs composés comprenant un élément alcalino-terreux et/ou un composé à base d'argile ;

- 5 - des moyens de mise sous une pression supérieure à la pression atmosphérique dudit liant humidifié (11) à l'intérieur du premier conduit d'alimentation (2) ; et
- des moyens de pulvérisation (2a) associés au premier conduit d'alimentation (2) et permettant d'aérer ledit liant en phase aqueuse, les moyens de pulvérisation
10 étant agencés pour :
 - o injecter le liant humidifié (11) au niveau dudit raccordement (J) ; et
 - o entraîner les éléments constitutifs du granulat léger (5) vers la sortie (12b) du conduit de
15 transfert (12), en les enrobant au moins partiellement dudit liant humidifié (11).

9. Dispositif selon la revendication 8, comprenant une unité (20, 21) d'humidification dudit liant (10), l'unité d'humidification comportant des moyens (21, 21a)
20 pour mélanger ledit liant avec un liquide aqueux (6) et une sortie reliée au premier conduit d'alimentation (2) pour faire circuler le liant humidifié (11) vers le raccordement (J).

10. Dispositif selon l'une ou l'autre des revendications 8 et 9, dans lequel l'entrée d'alimentation (23) pour le granulat léger (5) est associée à un
25 dispositif (25) à air comprimé ou une soufflerie agencé au niveau d'une entrée du deuxième conduit (3) d'alimentation.

11. Dispositif selon l'une des revendications 8 à 10,
30 dans lequel les moyens de pulvérisation (2a) présentent au moins un injecteur formé au niveau du raccordement (J), l'injecteur et la sortie (12b) du conduit de transfert (12) définissant un axe central (A) de projection du dispositif (1).



2/2

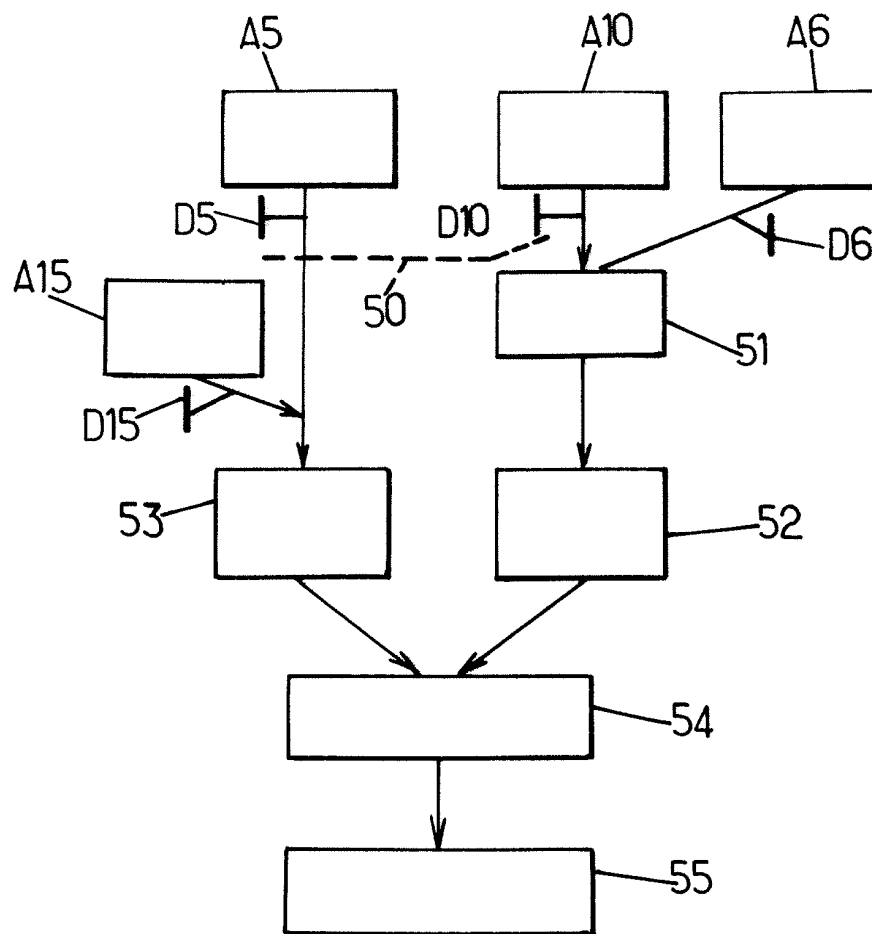


FIG. 2.

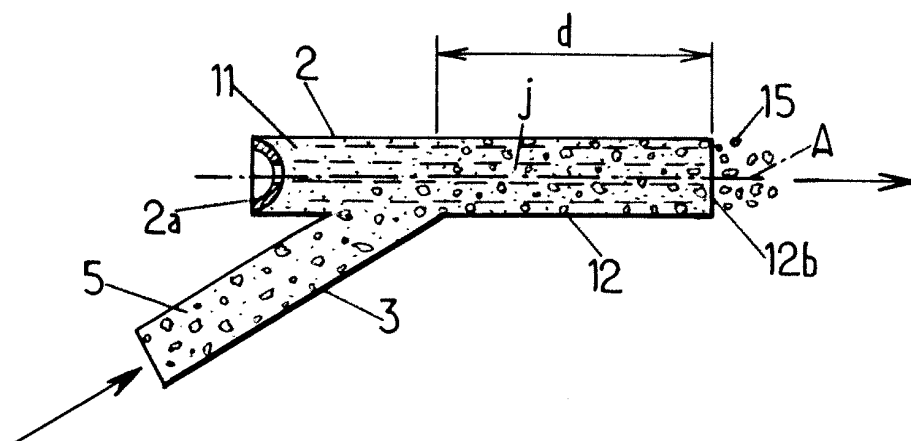


FIG. 3.



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 735664
FR 1051667

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	FR 2 684 326 A1 (BONNAVION PIERRE [FR] BONNAVION PIERRE) 4 juin 1993 (1993-06-04)	1-4,6	B28C5/06 B28C7/04 C04B18/24 C04B28/10
Y	* figures 1,2 * * page 4, ligne 14-33 * * page 5, ligne 8-13 * * page 6, ligne 10-21 * * page 8, ligne 3 - page 9, ligne 13 * * page 9, ligne 20 - page 10, ligne 7 * * page 13, ligne 31 - page 14, ligne 4 *	7	
X	GB 439 476 A (KEYMPES LAMMERT DE BOER) 6 décembre 1935 (1935-12-06) * figures 1,2 * * page 1, ligne 22-40 * * page 1, ligne 52-110 * * page 2, ligne 28-41 *	1-6,8-11	
X	FR 2 407 058 A1 (ROCHE MAURICE [FR]) 25 mai 1979 (1979-05-25)	1,2,6	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) B05B B01F B28C E01C E04G E04F C04B
Y	* figures 1-4 * * page 2, ligne 23-39 * * page 3, ligne 5-17 * * page 4, ligne 20 - page 5, ligne 34 * * page 6, ligne 24-30 *	7	
X	WO 2006/111107 A2 (TOMIS VLADIMIR [CZ]) 26 octobre 2006 (2006-10-26)	1-6,8,10	
Y	* figures 3,4,7,8,12 * * page 1, ligne 21 - page 2, ligne 12 * * page 3, ligne 10-36 * * page 5, ligne 4-29 *	7	
----- -/--			
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
9 novembre 2010		Voltz, Eric	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 735664
FR 1051667

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	JP 2007 327329 A (NIPPON SHOKUSEI KK) 20 décembre 2007 (2007-12-20)	1-3,5,6, 8-10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
Y	* figures 1,5 * * alinéa [0005] * * alinéas [0010] - [0013] * * alinéas [0016] - [0022] * * alinéas [0026] - [0032] * * alinéa [0038] * * alinéa [0041] *	7	
X	----- US 2 929 436 A (HAMPSHIRE WILLIAM J) 22 mars 1960 (1960-03-22) * figures 1,2 * * colonne 2, ligne 19-50 * * colonne 2, ligne 66 - colonne 3, ligne 21 *	8-11	
X	----- US 4 411 389 A (HARRISON JOHN D [GB]) 25 octobre 1983 (1983-10-25) * figure 1 * * colonne 1, ligne 5-30 * * colonne 2, ligne 4-21 * * colonne 2, ligne 40-53 * * colonne 3, ligne 41-58 * * colonne 4, ligne 13-40 *	8,10,11	
Y,D	----- FR 2 923 242 A1 (LHOIST RECH ET DEV SA SA BELGE [BE]) 8 mai 2009 (2009-05-08) * figure 1 * * page 2, ligne 1-14 * * page 8, ligne 30 - page 9, ligne 13 * * page 9, ligne 14-28 * -----	7	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
9 novembre 2010		Voltz, Eric	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1051667 FA 735664**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **09-11-2010**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2684326	A1	04-06-1993	AUCUN	
GB 439476	A	06-12-1935	AUCUN	
FR 2407058	A1	25-05-1979	AUCUN	
WO 2006111107	A2	26-10-2006	CZ 296820 B6	14-06-2006
JP 2007327329	A	20-12-2007	AUCUN	
US 2929436	A	22-03-1960	DE 1202977 B FR 1207863 A GB 838409 A	14-10-1965 19-02-1960 22-06-1960
US 4411389	A	25-10-1983	CA 1155314 A1 DE 3168828 D1 DK 531581 A EP 0053411 A1 IE 52171 B1	18-10-1983 21-03-1985 03-06-1982 09-06-1982 22-07-1987
FR 2923242	A1	08-05-2009	AUCUN	