

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 04.02.22.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 11.08.23 Bulletin 23/32.

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

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : SAINT-GOBAIN ISOVER Société ano-
nyme — FR.

72 Inventeur(s) : RONY Amaury, MICHEL Alexia, PER-
ROS Elodie et TOULEMON Delphine.

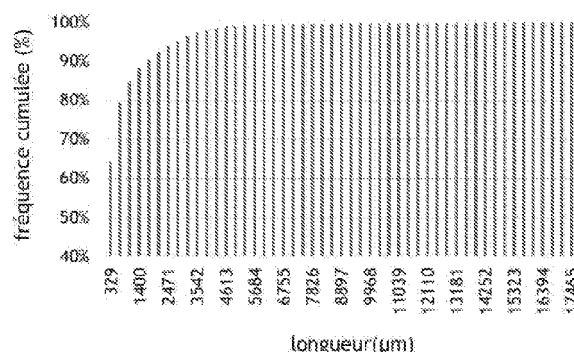
73 Titulaire(s) : SAINT-GOBAIN ISOVER Société ano-
nyme.

74 Mandataire(s) : SAINT-GOBAIN RECHERCHE.

54 PRODUIT COMPRENANT UNE LAINE MINÉRALE A SOUFFLER.

57 La présente invention concerne un produit d'isolation
thermique et/ou acoustique comprenant une laine minérale
en vrac, la laine minérale comprenant des fibres minérales
et étant adaptée à être soufflée, dans lequel les fibres pré-
sentent une distribution d'une population de longueurs de
fibre telle que le rapport entre la longueur de fibre égale au
90ème centile en nombre de la distribution et entre la lon-
gueur de fibre médiane en nombre de la distribution est su-
périeur à 3 et dans lequel le produit comprend au moins un
additif, le produit présentant un taux massique de la totalité
du ou des additifs compris entre 0,4 % et 1,2 % inclus.

Figure pour l'abrégié: Fig. 1



Description

Titre de l'invention : PRODUIT COMPRENANT UNE LAINE MINERALE A SOUFFLER

DOMAINE DE L'INVENTION

[0001] La présente invention concerne un produit d'isolation thermique et/ou acoustique comprenant une laine minérale à souffler, préférentiellement une laine de verre, ainsi qu'un revêtement obtenu par le soufflage d'un tel produit.

ETAT DE LA TECHNIQUE

[0002] Il est connu d'isoler thermiquement et/ou acoustiquement une paroi d'un bâtiment, par exemple un mur, un sol ou un plancher, en déposant une laine de verre soufflée au contact de la paroi. Une laine de verre compressée dans un sac subit une première expansion lors de l'ouverture du sac. La laine de verre est ensuite introduite dans un dispositif configuré pour souffler la laine de verre, comprenant par exemple une cardeuse, dans lequel la laine de verre est soumise à une deuxième expansion. La laine de verre est ensuite transportée depuis la cardeuse jusqu'à la paroi à isoler dans un conduit pneumatique. Cette méthode permet de recouvrir de laine de verre une paroi présentant une morphologie irrégulière. Cette méthode permet également de réduire le volume de la laine de verre entre sa production et son utilisation.

[0003] Toutefois, lors du dépôt de la laine de verre sur la paroi, une partie significative de la laine de verre peut être dispersée dans l'atmosphère ambiant. La partie dispersée dans l'atmosphère est qualifiée de « *poussière* » de laine de verre. Cette poussière présente un problème de confort de l'utilisateur lors du soufflage de la laine de verre.

[0004] Il est connu de réduire la quantité de poussières émises lors du soufflage de la laine de verre et ainsi d'augmenter le confort de l'utilisateur en ajoutant à la laine de verre une huile minérale.

[0005] Toutefois, l'ajout d'huile minérale dans la laine de verre entraîne une augmentation de la conductivité thermique λ de la laine de verre soufflée, ce qui diminue les performances thermiques et/acoustiques de la laine de verre soufflée.

[0006] À cet effet, le document US 2017 0198472 décrit une laine de verre dans laquelle le taux massique d'huile minérale a été diminué au regard de l'art antérieur. Le taux massique d'huile minérale de la laine minérale décrite dans le document US 2017 0198472 est compris entre 0,1 % et 0,6 % de la masse totale de la laine minérale.

[0007] Toutefois, la laine de verre décrite par le document US 2017 0198472 présente une conductivité thermique élevée pour une densité prédéterminée de laine de verre installée sur une paroi. De plus, la laine de verre décrite entraîne une quantité importante de poussières dispersées dans l'atmosphère ambiant lors de son soufflage.

Ainsi, il existe un besoin de produire une laine de verre présentant à la fois une conductivité thermique basse pour une densité de laine de verre installée prédéterminée et un confort de pose de l'utilisateur élevé.

Exposé de l'invention

- [0008] Un but de l'invention est de proposer un produit d'isolation thermique et/ou acoustique présentant une conductivité thermique inférieure ou égale aux conductivités thermiques de laines minérales connues, tout en minimisant la quantité de poussières émises lors de l'installation du produit par un utilisateur.
- [0009] Ce but est atteint dans le cadre de la présente invention grâce à un produit d'isolation thermique et/ou acoustique comprenant une laine minérale en vrac, la laine minérale comprenant des fibres minérales et étant adaptée à être soufflée, et dans lequel :
- les fibres présentent une distribution d'une population de longueurs de fibre telle que le rapport entre la longueur de fibre égale au 90^{ème} centile en nombre de la distribution et entre la longueur de fibre médiane en nombre de la distribution est supérieur à 3, notamment supérieur à 4, et préférentiellement supérieur à 5,
 - le produit comprenant au moins un additif, le produit présentant un taux massique de la totalité du ou des additifs compris entre 0,4 % et 1,2 % inclus, notamment compris entre 0,6 % et 1 % inclus et préférentiellement compris entre 0,7 et 0,9 % inclus.
- [0010] La présente invention est avantageusement complétée par les caractéristiques suivantes, prises individuellement ou en l'une quelconque de leurs combinaisons techniquement possibles :
- le produit présente un micronaire compris entre 4 L/min et 9 L/min, notamment entre 5 L/min et 8 L/min et préférentiellement entre 6 L/min et 7,5 L/min,
 - la longueur de fibre égale au 90^{ème} centile en nombre de la distribution est strictement supérieure à 1 mm, notamment strictement supérieure à 1,5 mm et préférentiellement strictement supérieure à 2,0 mm,
 - la longueur de fibre médiane en nombre de la distribution est inférieure ou égale à 2 mm, notamment inférieure à 1 mm et préférentiellement comprise entre 300 µm et 700 µm,
 - la laine minérale est une laine de verre, le produit présentant préférentiellement une masse volumique comprise entre 100 kg.m⁻³ et 180 kg.m⁻³ incluses, notamment comprise entre 140 kg.m⁻³ et 160 kg.m⁻³ incluses,
 - le ou les additifs comprennent au moins un additif choisi parmi un additif anti-poussière, un additif hydrophobant, un additif antistatique et un colorant,
 - le ou les additifs comprennent un additif antistatique, un taux massique de l'additif antistatique étant compris entre 0,01 % et 0,30 % inclus, notamment entre 0,02 % et

0,20 % inclus, et préférentiellement entre 0,05 % et 0,15 % inclus,

- le ou les additifs comprennent un additif antistatique, l'additif antistatique étant choisi parmi un ammonium tertiaire, un ammonium quaternaire et un polyéthylène glycol,

- le ou les additifs comprennent un additif hydrophobant, un taux massique de l'additif hydrophobant étant compris entre 0,05 % et 0,4 % inclus,

- une longueur moyenne des fibres en nombre des fibres est comprise entre 0,5 mm et 1,5 mm incluses,

- un diamètre médian pondéré en volume des fibres est compris entre 5 μm et 15 μm inclus, notamment compris entre 6 μm et 12 μm inclus, et préférentiellement compris entre 7 μm et 10 μm inclus, et plus préférentiellement entre 8 μm et 9 μm inclus,

- le produit est apte à présenter, après avoir été soufflé, un facteur de performance thermique χ compris entre 0,45 W.kg.K⁻¹.m⁻⁴ et 0,8 W.kg.K⁻¹.m⁻⁴, et notamment entre 0,5 W.kg.K⁻¹.m⁻⁴ et 0,75 W.kg.K⁻¹.m⁻⁴,

- le produit est apte à présenter après avoir été soufflé, une masse volumique comprise entre 5 kg/m³ et 18 kg/m³ incluses, notamment comprise entre 7 kg/m³ et 12 kg/m³ incluses et préférentiellement comprise entre 8,5 kg/m³ et 11 kg/m³ incluses,

- l'ensemble du ou des additifs forme des dépôts pulvérisés sur les fibres, préférentiellement une couche pulvérisée sur les fibres, préférentiellement par voie liquide.

[0011] Un autre aspect de l'invention est un revêtement d'isolation thermique et/ou acoustique obtenu par un soufflage d'un produit selon un mode de réalisation de l'invention.

[0012] Le revêtement présente avantageusement un facteur de performance thermique χ compris entre 0,45 W.kg.K⁻¹.m⁻⁴ et 0,8 W.kg.K⁻¹.m⁻⁴, et notamment entre 0,5 W.kg.K⁻¹.m⁻⁴ et 0,75 W.kg.K⁻¹.m⁻⁴.

[0013] Le revêtement présente avantageusement une masse volumique comprise entre 5 kg/m³ et 18 kg/m³ incluses, notamment comprise entre 7 kg/m³ et 12 kg/m³ incluses et préférentiellement comprise entre 8,5 kg/m³ et 11 kg/m³ incluses.

[0014] Le revêtement présente avantageusement une conductivité thermique comprise entre 35 mW.m⁻¹.K⁻¹ et 60 mW.m⁻¹.K⁻¹ incluses, notamment comprise entre 40 mW.m⁻¹.K⁻¹ et 55 mW.m⁻¹.K⁻¹ incluses, et préférentiellement comprise entre 45 mW.m⁻¹.K⁻¹ et 52 mW.m⁻¹.K⁻¹ incluses.

[0015] Un autre aspect de l'invention est un procédé de fabrication d'un produit selon un mode de réalisation de l'invention, le procédé, comprenant une étape de pulvérisation de l'ensemble du ou des additifs sur les fibres par voie liquide.

[0016] Un autre aspect de l'invention est une utilisation d'un produit un mode de réalisation de l'invention pour l'isolation thermique et/ou acoustique d'une paroi d'un bâtiment.

DESCRIPTION DES FIGURES

- [0017] D'autres caractéristiques, buts et avantages de l'invention ressortiront de la description qui suit, qui est purement illustrative et non limitative, et qui doit être lue en regard des dessins annexés sur lesquels :
- [0018] [Fig.1] - la [Fig.1] illustre une distribution d'une fréquence cumulée d'une population de longueurs de fibres d'un produit selon un mode de réalisation de l'invention.
- [0019] [Fig.2] - la [Fig.2] illustre schématiquement une installation de production d'un produit isolant selon un mode de réalisation de l'invention,
- [0020] [Fig.3] - la [Fig.3] illustre la charge moyenne intégrée des fibres minérales d'un produit selon un mode de réalisation de l'invention, soufflé.
- [0021] Sur l'ensemble des figures, les éléments similaires portent des références identiques.

DEFINITIONS

- [0022] On entend par « *facteur de performance thermique χ* » le produit de la conductivité thermique λ , exprimé en $\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$, et de la masse volumique ρ d'un produit selon un mode de réalisation de l'invention soufflé, exprimée en kg/m^3 . Le facteur de performance thermique χ est, de manière connue, représentatif de la quantité de laine minérale à souffler pour obtenir une résistance thermique R prédéterminée sur une paroi. En effet, en considérant une surface S à isoler par un revêtement de masse m et de volume V , le facteur de performance thermique χ est égal au rapport entre, d'une part, la masse m et entre, d'autre part, le produit de la résistance thermique R et de la surface S . Ainsi, la performance thermique de la laine minérale peut être déterminée par le produit de la résistance thermique R prédéterminée et du facteur de performance thermique χ .
- [0023] On entend par « *soufflage* » d'une laine minérale un soufflage défini par la norme EN 14064-1 :2007, et préférentiellement défini par le document « *Cahier Technique 8, Confection des éprouvettes d'essais pour les produits en vrac, Indice de révision C, date de mise en application : 01/07/2019, ACERMI* », se référant à l'annexe C.2.1 de la norme EN 14064-1 :2007.
- [0024] La conductivité thermique est mesurée selon la mesure définie dans le document « *Cahier Technique 8, Confection des éprouvettes d'essais pour les produits en vrac, Indice de révision C, date de mise en application : 01/07/2019, ACERMI* », se référant à la norme EN 14064-1 :2007.
- [0025] On entend par « *masse volumique* » d'une laine minérale la masse de laine minérale mesurée dans un contenant rempli par la laine minérale, divisée par le volume du contenant. Dans le cas d'une laine minérale conditionnée dans un sac permettant de transporter la laine minérale, la masse volumique de la laine minérale est égale au

rapport entre la masse de la laine minérale comprimée dans le sac et entre le volume du sac. Dans le cas d'une laine minérale soufflée, la mesure de la masse volumique de la laine minérale soufflée est définie dans le document « *Cahier Technique 8, Confection des éprouvettes d'essais pour les produits en vrac, Indice de révision C, date de mise en application : 01/07/2019, ACERMI* », se référant à l'annexe C.2.1 de la norme EN 14064-1 :2007.

- [0026] Dans la présente demande, la finesse des fibres de laine minérale est déterminée par la valeur de leur micronaire, sous 5g. Le micronaire, appelé aussi « *indice de finesse* », est représentatif de la surface spécifique des fibres. La mesure du micronaire comprend une mesure de la perte de charge aérodynamique lorsqu'une quantité donnée de fibres extraites du produit est soumise à une pression donnée 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 (normes DIN 53941 ou ASTM D 1448) et elle utilise un appareil dit "appareil micronaire". La méthode de mesure du micronaire est également décrite dans le document WO 2003098209.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

- [0027] *Structure générale du produit d'isolation thermique/acoustique et distribution de la population de longueurs de fibre*
- [0028] Un aspect de l'invention est un produit d'isolation thermique et/ou acoustique comprenant une laine minérale en vrac. De préférence, la laine minérale est une laine de verre en vrac. La laine minérale comprend des fibres minérales. Les fibres minérales peuvent être produites par la fonte d'une matière première inorganique, de préférence du verre, de la pierre, et/ou un laitier. La laine minérale est adaptée à être soufflée.
- [0029] De préférence, les fibres minérales peuvent être produites par la fonte d'un verre présentant :
- un taux massique de SiO_2 compris entre 50 % et 75 %, et de préférence compris entre 60 % et 70 %, et/ou
 - un taux massique de Na_2O compris entre 10 et 25%, et de préférence compris entre 10 % et 20 %, et/ou
 - un taux massique de CaO compris entre 5 % et 15 %, et de préférence compris entre 5 % et 10 %, et/ou
 - un taux massique de MgO compris entre 1 à 10%, et de préférence compris entre 2 et 5%, et/ou
 - une somme d'un taux massique de CaO et d'un taux massique de MgO comprise entre 5 % et 20 %, et/ou
 - un taux massique de B_2O_3 compris entre 0 % et 10%, notamment compris entre 2 % et 8 %, préférentiellement compris entre 3 % et 6%, et plus préférentiellement compris

entre 3,5 % et 5%; et/ou

- un taux massique de Al_2O_3 compris entre 0 % et 8 %, et de préférence compris entre 1 % et 6%, et/ou

- un taux massique de K_2O compris entre 0 % et 5%, et de préférence compris entre 0,5 % et 2 %, et/ou

- une somme d'un taux massique Na_2O et d'un taux massique de K_2O comprise entre 12 % et 20%.

[0030] En référence à la [Fig.1], les fibres présentent une distribution d'une population de longueurs de fibre telle que le rapport entre la longueur de fibre égale au 90^{ème} centile en nombre de la distribution et entre la longueur de fibre médiane en nombre de la distribution est supérieur à 3, notamment supérieur à 4, et préférentiellement supérieur à 5.

[0031] Le produit comprend au moins un additif. Le produit présente un taux massique de la totalité du ou des additifs compris entre 0,4 % et 1,2 % inclus, notamment compris entre 0,6 % et 1 % inclus et préférentiellement compris entre 0,7 et 0,9 % inclus.

[0032] Les inventeurs ont découvert qu'il était ainsi possible de minimiser la conductivité thermique d'un revêtement formé par le produit soufflé, pour une quantité de produit soufflé prédéterminée, tout en limitant l'émission de poussières lors du soufflage du produit. En effet, un revêtement formé par le produit soufflé présente à la fois une proportion importante de fibres courtes et de fibres longues, ce qui permet à la fois de retenir certaines fibres entraînant une émission de poussières lors de la pose du revêtement et à la fois de minimiser la conductivité thermique au regard d'un revêtement comprenant uniquement des fibres longues.

[0033] Une partie ou l'ensemble du ou des additifs peuvent être organiques. Le taux massique de la totalité du ou des additifs peut être déterminé par une mesure de perte au feu (*loss on ignition* en anglais), conformément à la norme ISO 1887:2014.

[0034] Le produit d'isolation peut présenter un taux massique de liant inférieur à 0,1 %. Notamment, le produit d'isolation peut être dépourvu de liant, et présenter un taux massique de liant nul. Toutefois, des traces de liant peuvent être présentes, notamment lorsque le produit est fabriqué en recyclant une laine de verre comprenant un liant.

[0035] Par exemple, la [Fig.1] illustre une distribution d'une fréquence cumulée d'une population de longueurs de fibre d'un produit selon un mode de réalisation de l'invention pour laquelle la longueur de fibre égale au quatre-vingt-dixième centile (D90) en nombre est égale à 1856 μm et la longueur de fibre médiane (D50) en nombre est égale à 335,7 μm . La distribution illustrée correspond à un produit dans lequel le rapport entre la longueur de fibre égale au 90^{ème} centile en nombre de la distribution et entre la longueur de fibre médiane en nombre de la distribution est égal à 5,52.

[0036] *Fabrication du produit d'isolation*

- [0037] En référence à la [Fig.2], une installation de production du produit isolant peut comprendre une unité de fibrage, dans laquelle les fibres minérales sont produites. L'unité de fibrage peut comprendre un dispositif de centrifugation 1 configuré pour tourner selon un axe vertical X. Le dispositif de centrifugation 1 présente une bande périphérique. La bande périphérique est percée d'une pluralité d'orifices, au travers desquels la matière première fondue peut s'écouler de l'intérieur du dispositif de centrifugation vers l'extérieur, en formant des filaments de matière première fondue.
- [0038] L'unité de fibrage peut également comprendre un brûleur 2. Le brûleur 2 peut présenter une forme annulaire et être agencé de sorte à imposer en sortie des orifices un écoulement gazeux à une température contrôlée. Le brûleur 2 permet d'étirer les filaments sortant des orifices, de sorte à former les fibres minérales. Un inducteur annulaire 3 peut être agencé en dessous du dispositif de centrifugation. L'inducteur annulaire 3 permet de chauffer une partie inférieure du dispositif de centrifugation 1, en particulier l'assiette. Un voile 4 de fibres minérales est ainsi formé. Un tapis de réception 5 des fibres minérales peut être agencé sous le dispositif de centrifugation 1.
- [0039] Le brûleur 2 est configuré pour que la température du jet gazeux à la sortie du brûleur 2 soit comprise entre 1300°C et 1500°C, de préférence aux environs de 1400°C. La variation de pression du brûleur 2, entraînant le jet gazeux, permet de contrôler la finesse des fibres : une pression du brûleur 2 moindre peut entraîner un diamètre de fibre plus grand.
- [0040] Les inventeurs ont découvert qu'il est possible d'augmenter de manière significative la proportion de fibres minérales longues parmi l'ensemble des fibres minérales produites, dans les proportions décrites précédemment, en diminuant la quantité de mouvement transmise par le brûleur 2 aux filaments en sortie des orifices au regard de la quantité de mouvement transmise connue. Ainsi, la pression du brûleur 2 peut être imposée entre 400 mm CE et 800 mm CE, notamment entre 400 mm CE et 450 mm CE (on rappelle que 1 mm CE = 9,81 Pa).
- [0041] La vitesse de rotation du dispositif de centrifugation 1 peut être comprise entre 1600 tours par minute et 3000 tours par minute, notamment comprise entre 2400 tours par minute et 3000 tours par minute.
- [0042] La vitesse tangentielle des orifices, lors de la rotation du dispositif de centrifugation 1, peut être comprise entre 50 m/s et 80 m/s, et de préférence comprise entre 57 m/s et 75 m/s. Ainsi, il est possible d'augmenter la proportion de fibres présentant une longueur strictement supérieure à 1,5 mm et préférentiellement strictement supérieure à 2,0 mm dans la population de fibres du produit. En effet, la longueur des fibres peut être augmentée en augmentant la quantité de mouvement apportée aux fibres depuis la sortie de l'orifice. Cependant, la quantité de mouvement apportée aux fibres par le brûleur peut être concomitante avec des contraintes mécaniques subies par les fibres

entraînées par des turbulences fluidiques, en aval du brûleur. Ces contraintes peuvent mener à la rupture des fibres. Ainsi, la vitesse tangentielle des orifices permet d'apporter une quantité de mouvement suffisante aux fibres tout en diminuant les contraintes mécaniques subies par les fibres dans un environnement fluide turbulent.

- [0043] La tirée de fibres par orifice d'une assiette par jour est égale au débit de matière première fondue traversant chaque orifice par jour. La tirée de fibres par orifice d'une assiette par jour peut être comprise entre 0,30 kg/jour et 0,8 kg/jour, notamment entre 0,4 kg/jour et 0,7 kg/jour. De préférence, la tirée de fibres par orifice peut être inférieure à 0,40 kg/jour. Ainsi, il est possible de réduire le diamètre des fibres au regard des fibres produites avec une tirée supérieure, et ainsi de contrebalancer l'effet de la réduction de la quantité de mouvements transmises par le brûleur 2 aux filaments en sortie des orifices.
- [0044] L'assiette du dispositif de centrifugation 2 peut comprendre au moins 30000 orifices, par exemple lorsque le diamètre de l'assiette est égal à 600 mm. De préférence, l'assiette du dispositif de centrifugation 2 peut comprendre au moins 36000 orifices, par exemple lorsque le diamètre de l'assiette est égal à 400 mm. Ainsi, pour une tirée totale constante, la tirée par orifice est suffisamment petite pour produire des fibres fines, de manière à contrebalancer l'effet de la diminution de la transmission de la quantité de mouvement du brûleur 2 aux filaments en sortie des orifices.
- [0045] L'assiette du dispositif de centrifugation 2 présente un diamètre compris entre 50 mm et 800 mm, et préférentiellement compris entre 400 mm et 600 mm. La tirée du dispositif de centrifugation 2 varie avec le diamètre de l'assiette.
- [0046] Les orifices sont formés et répartis sur la bande de perçage de l'assiette. La hauteur de la bande de perçage, selon la direction de l'axe de rotation X du dispositif de centrifugation, est préférentiellement inférieure à 35 mm. Le diamètre des orifices est compris entre 0,5 et 1,1 mm.
- [0047] La distance entre les centres des orifices voisins peut être comprise entre 0,8 mm et 2 mm. Cette distance peut varier de moins de 10 %, et préférentiellement de moins de 3 %. La distance entre les centres des orifices voisins peut diminuer dans une direction orientée vers la partie inférieure de l'assiette.
- [0048] Le procédé de fabrication peut ensuite comprendre une étape de récupération des fibres minérales sur le tapis 5. Suite à l'étape de récupération, le procédé de fabrication peut comprendre une étape de broyage des fibres, puis une étape de compression des fibres. L'étape de broyage peut également être mise en œuvre de sorte à obtenir un produit selon un mode de réalisation de l'invention.
- [0049] Le procédé de fabrication du produit peut comprendre une étape de pulvérisation de l'ensemble du ou des additifs sur les fibres par voie liquide. Ainsi, les additifs peuvent

être mélangés avant d'être pulvérisés sur les fibres, de sorte que leurs concentrations locales sont homogènes. Un aspect de l'invention est un produit dans lequel l'ensemble du ou des additifs forme des dépôts pulvérisés sur les fibres, préférentiellement une couche pulvérisée sur les fibres. De préférence, les dépôts, préférentiellement la ou les couches, sont formés par une pulvérisation par voie liquide. En effet, le liquide pulvérisé comprenant le ou les additifs peut être réparti de manière homogène sur la surface des fibres, en partie ou entièrement, de manière à former une couche d'additifs après l'évaporation du solvant du liquide. Le liquide peut également former des gouttes ou des gouttelettes en contact avec les fibres, de sorte que, après l'évaporation du solvant du liquide, le ou les additifs forment des dépôts présentant une forme de goutte.

[0050] *Structure et géométrie de la laine minérale*

[0051] Une longueur moyenne des fibres en nombre de la distribution peut être comprise entre 0,5 mm et 1,5 mm incluses.

[0052] Une longueur de fibre égale au 90^{ème} centile en nombre de la distribution peut être strictement supérieure à 1 mm, notamment strictement supérieure à 1,5 mm et préférentiellement strictement supérieure à 2,0 mm. Ainsi, il est possible de minimiser l'émission de poussières lors de la pose du revêtement par soufflage du produit.

[0053] La longueur de fibre médiane en nombre de la distribution peut être inférieure ou égale à 2 mm, notamment inférieure à 1 mm et préférentiellement comprise entre 300 µm et 700 µm.

[0054] Le produit peut présenter un micronaire compris entre 4 L/min et 9 L/min, notamment entre 5 L/min et 8 L/min et préférentiellement entre 6 L/min et 7,5 L/min. Ainsi, il est possible de minimiser spécifiquement le transfert thermique radiatif du revêtement formé par le produit soufflé tout en limitant l'émission de poussières lors du soufflage du produit de par le taux massique d'additif du produit.

[0055] Un diamètre médian pondéré en volume des fibres est compris entre 5 µm et 15 µm inclus, notamment compris entre 6 µm et 12 µm inclus, et préférentiellement compris entre 7 µm et 10 µm inclus, et plus préférentiellement entre 8 µm et 9 µm inclus. Ainsi, il est possible de minimiser spécifiquement le transfert thermique radiatif d'un revêtement formé par le produit soufflé, pour une quantité de produit soufflé prédéterminée, tout en limitant l'émission de poussières lors du soufflage du produit, de par le taux massique d'additifs du produit.

[0056] Le diamètre et la longueur des fibres peuvent être mesurés en prélevant un échantillon du produit ou du revêtement. Les fibres de l'échantillon sont ensuite dispersées dans un solvant. Le solvant peut comprendre un mélange d'eau distillée et de glycérine, par exemple dans une proportion 500:1. La dispersion de fibres est ensuite déposée sur un substrat, par exemple sur le fond d'une boîte de Petri. Les fibres comprises dans la dispersion sont ensuite imagées par un microscope muni d'un

objectif dont le grossissement est par exemple égal à 20X.

[0057] *Additifs*

[0058] Dans l'ensemble des modes de réalisation de l'invention, le produit présente un taux massique de la totalité du ou des additifs compris entre 0,4 % et 1,2 % inclus, notamment compris entre 0,6 % et 1 % inclus et préférentiellement compris entre 0,7 et 0,9 % inclus. Ainsi, comme décrit précédemment et en combinaison avec la distribution de la population de longueurs de fibre décrite, il est possible de maximiser l'isolement thermique du produit tout en limitant l'émission de poussières lors de l'installation du produit. En effet, les additifs, qui comprennent de manière usuelle des composés organiques, favorisent le transfert thermique au travers du produit et ainsi dégradent les propriétés d'isolement thermique conférées par le produit soufflé.

[0059] Le ou les additifs sont préférentiellement choisis parmi un additif anti-poussière, un additif hydrophobant, un additif antistatique et un colorant.

[0060] Le produit d'isolation thermique peut comprendre un additif antistatique. Un taux massique de l'additif antistatique peut être compris entre 0,01 % et 0,30 % inclus, notamment entre 0,02 % et 0,20 % inclus, et préférentiellement entre 0,05 % et 0,15 % inclus.

[0061] L'additif antistatique peut être au moins choisi parmi un ammonium tertiaire, un ammonium quaternaire, et un polyéthylène glycol. De préférence, l'additif antistatique comprend un polyéthylène glycol et au moins un composé choisi parmi un ammonium tertiaire et un ammonium quaternaire. Le taux massique total de l'ammonium tertiaire et de l'ammonium quaternaire peut être compris entre 0,01 % et 0,25 %, notamment entre 0,01 % et 0,05 %. Le taux massique du polyéthylène glycol peut être compris entre 0,03 % et 0,20 %, notamment entre 0,05 % et 0,10 %.

[0062] L'additif antistatique peut être pulvérisé sur le voile de fibres 4 minérales produit suite à l'étape de formation d'un voile 4 de fibres minérales précédemment décrite et/ou suite à l'étape de broyage des fibres, par exemple lors du transport des fibres dans un canal pneumatique. L'additif antistatique permet d'augmenter la valeur de la charge électrostatique des fibres minérales de la laine minérale soufflée. Ainsi, lors du dépôt d'un revêtement obtenu par le produit soufflé sur la paroi à isoler, les fibres minérales ne s'accrochent pas aux vêtements de l'utilisateur. En référence à la [Fig.3], la mesure de la charge électrostatique de la laine minérale soufflée peut être mise en œuvre en agencant, à la sortie du conduit par lequel le produit soufflé est amenée vers la paroi à isoler, un capteur électrostatique mobile (par exemple un capteur du modèle Keyence SK-050). Le capteur mesure une différence de potentiel électrique ΔV à proximité d'un chemin par lequel le produit soufflé est transporté, entre un potentiel électrique mesuré lors du passage du produit soufflé par le chemin et un potentiel électrique mesuré au même endroit, en l'absence de passage du produit soufflé par le chemin. La

différence de potentiel mesurée est proportionnelle à la charge moyenne des fibres passant par le chemin, et évolue dans le même sens. Le capteur peut, par exemple, être agencé à la sortie d'une conduite pneumatique utilisée pour déposer la laine minérale soufflée sur la paroi à isoler.

- [0063] La charge moyenne des fibres minérales soufflées d'un produit peut être nulle ou positive. En effet, il a été découvert par les inventeurs qu'une charge moyenne nulle ou positive des fibres soufflées était une condition suffisante pour constater un effet antistatique du produit sur les vêtements de l'utilisateur. On entend par « charge moyenne » la moyenne des charges des fibres minérales mesurées lors du soufflage du produit. La [Fig.3] illustre la charge moyenne des fibres en fonction du taux d'humidité relative (RH).
- [0064] Le produit d'isolation peut comprendre un additif hydrophobant. On entend par « *hydrophobant* » un additif qui, lorsqu'il est déposé sur la laine minérale, permet au produit d'isolation de présenter des propriétés hydrophobes. L'additif hydrophobant peut être pulvérisé sur le voile 4 de fibres minérales produit suite à l'étape de formation d'un voile 4 de fibres minérales précédemment décrite. Un taux massique de l'additif hydrophobant peut être compris entre 0,05 % et 0,4 % inclus, et de préférence compris entre 0,1 % et 0,2 %. L'additif hydrophobant peut être un silicone, par exemple du polydiméthylsiloxane (PDMS).
- [0065] Le produit d'isolation thermique peut comprendre un additif anti-poussière. L'additif anti-poussière peut être pulvérisé sur le voile de fibres 4 minérales produit suite à l'étape de formation d'un voile 4 de fibres minérales précédemment décrite et/ou suite à l'étape de broyage des fibres, par exemple lors du transport des fibres dans un canal pneumatique. L'additif anti-poussière permet de réduire la formation de poussière lors du soufflage de la laine à souffler, et permet ainsi d'augmenter le confort de l'utilisateur et d'éviter la pénétration de fibres minérales dans les voies respiratoires de l'utilisateur. L'additif anti-poussière peut comprendre une huile, en particulier une huile d'origine végétale et/ou une huile d'origine minérale. De préférence, le taux massique de l'additif anti-poussière peut être déterminé de sorte que le produit présente un taux massique de la totalité du ou des additifs compris entre 0,4 % et 1,2 % inclus, de sorte que le taux massique de l'additif antistatique est compris entre 0,01 % et 0,30 %, et de sorte le taux massique de l'additif hydrophobant est compris entre 0,05 % et 0,4 % inclus. De préférence, le taux massique de l'additif anti-poussière est compris entre 0,34 % et 1,14 %.
- [0066] *Propriétés macroscopiques, thermiques & consommation du produit isolant*
- [0067] À l'issue du procédé de fabrication du produit précédemment décrit, notamment suite à l'étape de compression des fibres, le produit présente une masse volumique supérieure à celle d'un revêtement obtenu par le soufflage du produit. La masse

volumique peut être comprise entre 100 kg.m^{-3} et 180 kg.m^{-3} incluses, et préférentiellement comprise entre 140 kg.m^{-3} et 160 kg.m^{-3} incluses. La masse volumique peut être la masse volumique du produit conditionné. Ainsi, à volume égal, le produit peut être plus léger quand il est conditionné que d'autres produits connus, tout en préservant la distribution de la population de longueur de fibres du produit dans cette gamme de masse volumique. A titre d'exemple, les produits connus obtenus à partir de laine de roche présentent une masse volumique supérieure à 200 kg.m^{-3} . Il est ainsi possible de faciliter l'acheminement du produit sur un site de construction. Le produit comprenant la laine minérale est préférentiellement conditionné en vrac. Le produit peut être comprimé dans un sac de sorte qu'il présente la masse volumique précédemment définie.

[0068] Un autre aspect de l'invention est un revêtement d'isolation thermique et/ou acoustique obtenu par un soufflage d'un produit selon un mode de réalisation de l'invention.

[0069] Le revêtement, et indirectement le produit, peuvent être utilisés pour l'isolation thermique et/ou acoustique d'une paroi d'un bâtiment. La paroi peut être choisie parmi un mur, un sol et un plancher. La paroi peut être isolée en déposant le revêtement par soufflage du produit.

[0070] De préférence, le revêtement présente un facteur de performance thermique χ compris entre $0,45 \text{ W.kg.K}^{-1}.\text{m}^4$ et $0,8 \text{ W.kg.K}^{-1}.\text{m}^4$, et notamment entre $0,5 \text{ W.kg.K}^{-1}.\text{m}^4$ et $0,75 \text{ W.kg.K}^{-1}.\text{m}^4$. Ainsi, il est possible, notamment de par les caractéristiques du produit avant soufflage, de limiter à la fois la consommation du produit pour installer un revêtement présentant une résistance thermique prédéterminée par l'utilisateur, et à la fois l'émission de poussières émises lors du soufflage du produit. Le revêtement peut présenter une conductivité thermique comprise entre $35 \text{ mW.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ et $55 \text{ mW.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ incluses, notamment comprise entre $40 \text{ mW.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ et $52 \text{ mW.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ incluses, et préférentiellement comprise entre $43 \text{ mW.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ et $49 \text{ mW.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ incluses. De plus, préférentiellement en combinaison avec les conductivités thermiques prédéfinies, le revêtement, obtenu par le soufflage d'un produit selon un mode de réalisation de l'invention, peut présenter une masse volumique comprise entre 5 kg/m^3 et 18 kg/m^3 incluses, notamment comprise entre 7 kg/m^3 et 12 kg/m^3 incluses, et préférentiellement comprise entre $8,5 \text{ kg/m}^3$ et 11 kg/m^3 incluses.

Revendications

- [Revendication 1] Produit d'isolation thermique et/ou acoustique comprenant une laine minérale en vrac, la laine minérale comprenant des fibres minérales et étant adaptée à être soufflée, le produit étant caractérisé en ce que :
- les fibres présentent une distribution d'une population de longueurs de fibre telle que le rapport entre la longueur de fibre égale au 90^{ème} centile en nombre de la distribution et entre la longueur de fibre médiane en nombre de la distribution est supérieur à 3,
 - le produit comprenant au moins un additif, le produit présentant un taux massique de la totalité du ou des additifs compris entre 0,4 % et 1,2 % inclus, notamment compris entre 0,6 % et 1 % inclus et préférentiellement compris entre 0,7 et 0,9 % inclus.
- [Revendication 2] Produit selon la revendication 1, présentant un micronaire compris entre 4 L/min et 9 L/min, notamment entre 5 L/min et 8 L/min et préférentiellement entre 6 L/min et 7,5 L/min.
- [Revendication 3] Produit selon la revendication 1 ou 2, dans lequel la longueur de fibre égale au 90^{ème} centile en nombre de la distribution est strictement supérieure à 1 mm, notamment strictement supérieure à 1,5 mm et préférentiellement strictement supérieure à 2,0 mm.
- [Revendication 4] Produit selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel la longueur de fibre médiane en nombre de la distribution est inférieure ou égale à 2 mm, notamment inférieure à 1 mm et préférentiellement comprise entre 300 µm et 700 µm.
- [Revendication 5] Produit selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel la laine minérale est une laine de verre, le produit présentant préférentiellement une masse volumique comprise entre 100 kg.m⁻³ et 180 kg.m⁻³ incluses, notamment comprise entre 140 kg.m⁻³ et 160 kg.m⁻³ incluses.
- [Revendication 6] Produit selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel le ou les additifs comprennent au moins un additif choisi parmi un additif anti-poussière, un additif hydrophobant, un additif antistatique et un colorant.
- [Revendication 7] Produit selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel le ou les additifs comprennent un additif antistatique, un taux massique de l'additif antistatique étant compris entre 0,01 % et 0,30 % inclus, notamment entre 0,02 % et 0,20 % inclus, et préférentiellement entre 0,05 % et 0,15 % inclus.
- [Revendication 8] Produit selon l'une des revendications 1 à 7, dans lequel le ou les

additifs comprennent un additif antistatique, et dans lequel l'additif antistatique est choisi parmi un ammonium tertiaire, un ammonium quaternaire et un polyéthylène glycol.

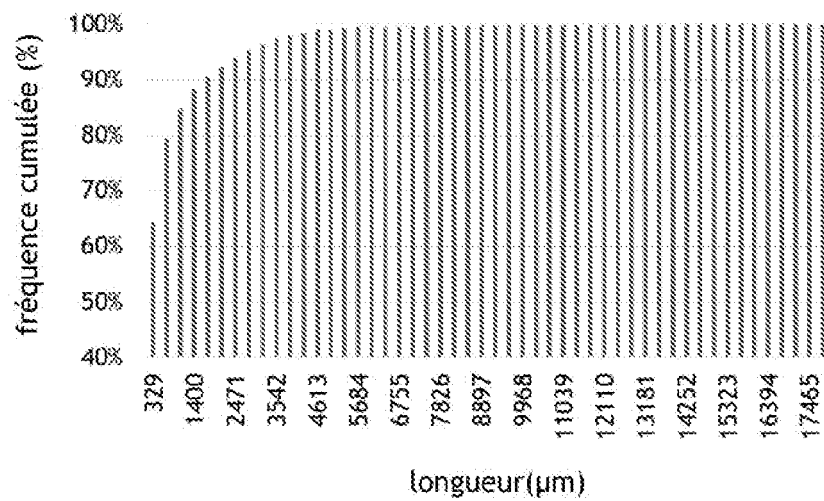
- [Revendication 9] Produit selon l'une des revendications 1 à 8, dans lequel le ou les additifs comprennent un additif hydrophobant, un taux massique de l'additif hydrophobant étant compris entre 0,05 % et 0,4 % inclus.
- [Revendication 10] Produit selon l'une des revendications 1 à 9, dans lequel une longueur moyenne des fibres en nombre des fibres est comprise entre 0,5 mm et 1,5 mm incluses.
- [Revendication 11] Produit selon l'une des revendications 1 à 10, dans lequel un diamètre médian pondéré en volume des fibres est compris entre 5 μm et 15 μm inclus, notamment compris entre 6 μm et 12 μm inclus, et préférentiellement compris entre 7 μm et 10 μm inclus.
- [Revendication 12] Produit selon l'une des revendications 1 à 11, apte à présenter, après avoir été soufflé, un facteur de performance thermique χ compris entre 0,45 $\text{W.kg.K}^{-1}.\text{m}^{-4}$ et 0,8 $\text{W.kg.K}^{-1}.\text{m}^{-4}$, et notamment entre 0,5 $\text{W.kg.K}^{-1}.\text{m}^{-4}$ et 0,75 $\text{W.kg.K}^{-1}.\text{m}^{-4}$.
- [Revendication 13] Produit selon l'une des revendications 1 à 12, apte à présenter, après avoir été soufflée, une masse volumique soufflée comprise entre 5 kg/m^3 et 18 kg/m^3 incluses, notamment comprise entre 7 kg/m^3 et 12 kg/m^3 incluses et préférentiellement comprise entre 8,5 kg/m^3 et 11 kg/m^3 incluses.
- [Revendication 14] Produit selon l'une des revendications 1 à 13, dans lequel l'ensemble du ou des additifs forme des dépôts pulvérisés sur les fibres.
- [Revendication 15] Revêtement d'isolation thermique et/ou acoustique obtenu par un soufflage d'un produit selon l'une des revendications 1 à 14.
- [Revendication 16] Revêtement selon la revendication 15, le revêtement présentant un facteur de performance thermique χ compris entre 0,45 $\text{W.kg.K}^{-1}.\text{m}^{-4}$ et 0,8 $\text{W.kg.K}^{-1}.\text{m}^{-4}$, et notamment entre 0,5 $\text{W.kg.K}^{-1}.\text{m}^{-4}$ et 0,75 $\text{W.kg.K}^{-1}.\text{m}^{-4}$.
- [Revendication 17] Revêtement selon la revendication 15 ou 16, le revêtement présentant une masse volumique comprise entre 5 kg/m^3 et 18 kg/m^3 incluses, notamment comprise entre 7 kg/m^3 et 12 kg/m^3 incluses et préférentiellement comprise entre 8,5 kg/m^3 et 11 kg/m^3 incluses.
- [Revendication 18] Revêtement selon l'une des revendications 15 à 17, le revêtement présentant une conductivité thermique comprise entre 35 $\text{mW.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ et 60 $\text{mW.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ incluses, notamment comprise entre 40 $\text{mW.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ et 55 $\text{mW.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ incluses, et préférentiellement comprise entre 45 $\text{mW.m}^{-1}.$

.K⁻¹ et 52 mW.m⁻¹.K⁻¹ incluses.

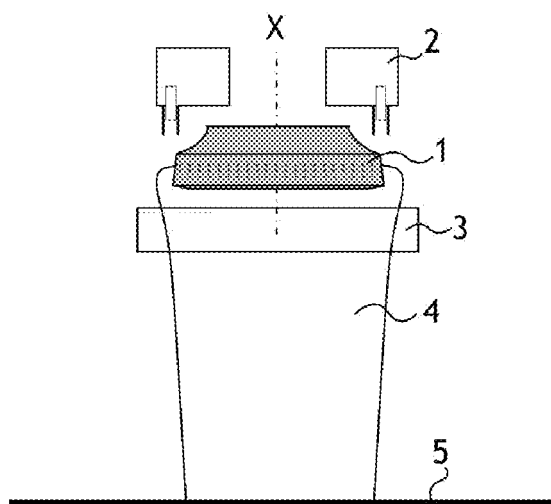
[Revendication 19] Procédé de fabrication d'un produit selon l'une des revendications 1 à 14, comprenant une étape de pulvérisation de l'ensemble du ou des additifs sur les fibres par voie liquide.

[Revendication 20] Utilisation du produit selon l'une des revendications 1 à 14 pour l'isolation thermique et/ou acoustique d'une paroi d'un bâtiment.

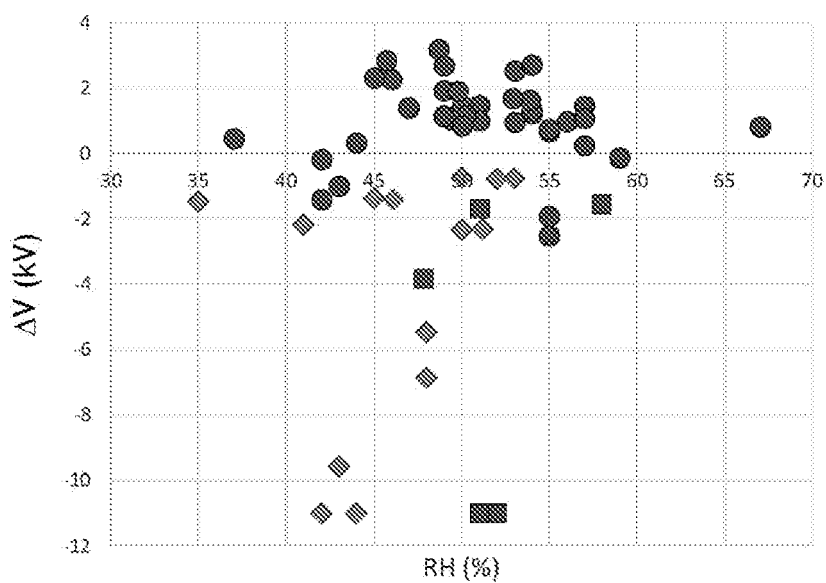
[Fig. 1]



[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 904707
FR 2201006

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	YLINIEMI JUHO ET AL: "Characterization of mineral wool waste chemical composition, organic resin content and fiber dimensions: Aspects for valorization", WASTE MANAGEMENT, ELSEVIER, NEW YORK, NY, US, vol. 131, 1 juillet 2021 (2021-07-01), pages 323-330, XP086723139, ISSN: 0956-053X, DOI: 10.1016/J.WASMAN.2021.06.022 [extrait le 2021-07-01] * par. 2 "Materials and methods" * * par. 3. "Results and discussion" * * figure 2 * * tableau 5 *	1-20	E04B1/76
X	WO 2015/055758 A1 (ROCKWOOL INT [DK]) 23 avril 2015 (2015-04-23) * abrégé * * exemples * * revendications *	1-20	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
A,D	US 2017/198472 A1 (EVANS MICHAEL [US] ET AL) 13 juillet 2017 (2017-07-13) * exemples * * revendications *	1-20	C03C C03B B32B
A	FR 2 801 301 A1 (SAINT GOBAIN ISOVER [FR]) 25 mai 2001 (2001-05-25) * le document en entier *	1-20	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
29 septembre 2022		Omegna, Anna	
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 2201006 FA 904707

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 **29-09-2022**
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
WO 2015055758 A1	23-04-2015	CA 2926033 A1	23-04-2015
		EP 3057909 A1	24-08-2016
		EP 3309133 A1	18-04-2018
		ES 2658741 T3	12-03-2018
		ES 2753405 T3	08-04-2020
		HR P20180256 T1	23-03-2018
		HR P20191263 T1	04-10-2019
		LT 3057909 T	12-03-2018
		LT 3309133 T	25-09-2019
		PL 3057909 T3	30-05-2018
		PL 3309133 T3	31-10-2019
		SI 3057909 T1	30-03-2018
		SI 3309133 T1	30-09-2019
		TR 201911084 T4	21-08-2019
		US 2016221862 A1	04-08-2016
		WO 2015055758 A1	23-04-2015
US 2017198472 A1	13-07-2017	CA 2954365 A1	11-07-2017
		US 2017198472 A1	13-07-2017
		US 2020002937 A1	02-01-2020
FR 2801301 A1	25-05-2001	AR 026601 A1	19-02-2003
		AT 245129 T	15-08-2003
		AU 778802 B2	23-12-2004
		BR 0015756 A	16-07-2002
		CA 2392338 A1	31-05-2001
		DK 1255702 T3	10-11-2003
		EP 1255702 A1	13-11-2002
		FR 2801301 A1	25-05-2001
		HU 0203462 A2	28-02-2003
		JP 4842481 B2	21-12-2011
		JP 2003514757 A	22-04-2003
		KR 20020049012 A	24-06-2002
		PL 355499 A1	04-05-2004
		TR 200201376 T2	23-09-2002
		WO 0138245 A1	31-05-2001