

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

(19) Organisation Mondiale de la  
Propriété Intellectuelle  
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2020/169934 A1**

(43) Date de la publication internationale  
27 août 2020 (27.08.2020)

(51) Classification internationale des brevets :

*F28D 21/00* (2006.01)      *F28F 1/42* (2006.01)  
*B01D 3/32* (2006.01)      *F28F 1/44* (2006.01)  
*F28J 5/00* (2006.01)      *F28F 13/00* (2006.01)

(71) **Déposants :** GRIMS [FR/FR] ; Rue des Aubépines, 38280 VILLETTE D'ANTHON (FR). **INSTITUT NATIONAL POLYTECHNIQUE DE TOULOUSE** [FR/FR] ; 6 Allée Emile MONSO, 31400 TOULOUSE (FR). **CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE - CNRS** - [FR/FR] ; 3, rue Michel Ange, PARIS, 75016 (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2020/050322

(22) Date de dépôt international :

20 février 2020 (20.02.2020)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

1901686      20 février 2019 (20.02.2019)      FR

(72) **Inventeurs :** MEYER, Michel ; LGC - ENSIACET/INPT 4 allée Emile Monso CS 84234, 31432 TOULOUSE CEDEX 4 (FR). ROUZINEAU, David ; LGC - ENSIACET/INPT 4 allée Emile Monso CS 84234, 31432 TOULOUSE CEDEX 4 (FR). GRIMAUD, Cyrille ; Mas des Pères, 34130 Mauguio (FR). BOUSQUET, Jacques Louis ; 10 chemin de Montepian, 69540 IRIGNY (FR).

(74) **Mandataire :** PLASSERAUD IP ; 66 rue de la Chaussée d'Antin, 75440 PARIS CEDEX 09 (FR).

(54) Title: METHOD FOR TRANSFERRING HEAT BETWEEN A FIRST AND A SECOND FLUID

(54) Titre : PROCÉDÉ DE TRANSFERT THERMIQUE ENTRE UN PREMIER ET UN DEUXIÈME FLUIDE

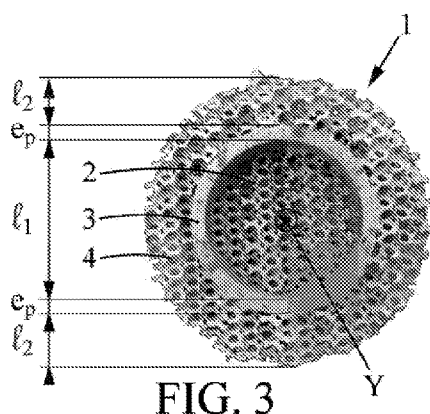


FIG. 3

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for transferring heat between a first and a second fluid, in which method the first and the second fluid circulate respectively on either side of a thermally conducting wall (3) of a monobloc assembly (1) formed as a single piece arranged inside a device (10), the monobloc assembly (1) comprising: - a first thermally conducting cellular three-dimensional structure (2) through which the first fluid can pass, - at least said wall (3), and - a second thermally conducting cellular three-dimensional structure (4) through which the second fluid can pass, the first cellular three-dimensional structure (2) and the second cellular three-dimensional structure (4) being situated one on each side of said wall (3) and secured to said wall (3) so that the transfer of heat is from the first fluid to the second fluid through said wall (3) and so that each of the first and second fluids is both in liquid phase and in gaseous phase, the liquid phase of the first fluid circulating in an opposite direction to the gaseous phase of the first fluid, and the liquid phase of the second fluid circulating in an opposite direction to the gaseous phase of the second fluid.

(57) **Abrégé :** L'invention concerne un procédé de transfert thermique entre un premier et un deuxième fluide dans lequel le premier et le deuxième fluide circulent respectivement de part et d'autre d'une paroi thermiquement conductrice (3) d'un ensemble monobloc (1) formé d'un seul tenant agencé à l'intérieur d'un dispositif (10), l'ensemble monobloc (1) comportant: - une première structure tridimensionnelle alvéolaire thermiquement conductrice (2) apte à être traversée par le premier fluide, - au moins ladite paroi (3), et - une deuxième structure tridimensionnelle alvéolaire thermiquement conductrice (4) apte à être traversée par le deuxième fluide, la première structure tridimensionnelle alvéolaire (2) et la deuxième structure tridimensionnelle alvéolaire (4) étant situées de part et d'autre de ladite paroi (3) et solidaires de ladite paroi (3), de sorte



WO 2020/169934 A1

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

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

**Publiée:**

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

---

que le transfert thermique est réalisé du premier fluide vers le deuxième fluide à travers ladite paroi (3) et que chacun des premier et deuxième fluides est à la fois sous phase liquide et sous phase gazeuse, la phase liquide du premier fluide circulant dans un sens opposé à la phase gazeuse du premier fluide et la phase liquide du deuxième fluide circulant dans un sens opposé à la phase gazeuse du deuxième fluide.

## Description

### **Titre : PROCÉDÉ DE TRANSFERT THERMIQUE ENTRE UN PREMIER ET UN DEUXIÈME FLUIDE**

**[0001]** La présente invention concerne le domaine des dispositifs aptes à réaliser  
5 un transfert thermique.

**[0002]** La réduction de la consommation énergétique des procédés industriels destinés à réaliser des séparations de divers composés, finis ou intermédiaires, recherchés par divers types d'industries utilisant des ressources fossiles ou renouvelables est un enjeu majeur, par exemple dans le cas des colonnes de  
10 distillation, d'absorption ou de stripping. En particulier, lorsque les volatilités des corps à séparer sont proches, le besoin en énergie d'une colonne de distillation, d'absorption ou de stripping augmente, et l'efficacité énergétique du procédé de séparation diminue.

**[0003]** De nombreux designs de colonnes à distiller ont été proposés depuis les  
15 débuts de l'ère industrielle, et plus récemment le concept des colonnes « Heat Integrated Distillation Column », dites colonnes HiDiC, a été développé.

**[0004]** La caractéristique d'une colonne HiDiC est que la chaleur est transférée d'une zone d'enrichissement chaude à une zone d'appauvrissement plus froide. Pour pouvoir observer cette situation, la zone d'enrichissement est réglée à une  
20 pression supérieure à la zone d'appauvrissement. Le saut de pression à réaliser est faible, ce qui minimise les coûts de recompression. Autrement dit, le saut de pression nécessaire à la mise en œuvre économique d'une colonne HiDiC nécessite que le coût énergétique de cette recompression soit inférieur à celui de la consommation énergétique d'une colonne à distiller conventionnelle, dont ladite  
25 consommation est mesurée au niveau du rebouilleur de celle-ci. Il reste néanmoins difficile de conjuguer haute intégration énergétique et efficacité de séparation.

**[0005]** Il existe ainsi un besoin de dispositifs pour réduire la consommation énergétique aptes à réaliser un transfert thermique avec grande efficacité.

- [0006]** L'invention atteint ce but grâce à un procédé de transfert thermique entre un premier et un deuxième fluide dans lequel le premier et le deuxième fluide circulent respectivement de part et d'autre d'une paroi thermiquement conductrice d'un ensemble monobloc formé d'un seul tenant agencé à l'intérieur d'un dispositif,
- 5 l'ensemble monobloc comportant:
- une première structure tridimensionnelle alvéolaire thermiquement conductrice apte à être traversée par le premier fluide,
  - au moins ladite paroi, et
  - une deuxième structure tridimensionnelle alvéolaire thermiquement conductrice
- 10 apte à être traversée par le deuxième fluide,
- la première structure tridimensionnelle alvéolaire et la deuxième structure tridimensionnelle alvéolaire étant situées de part et d'autre de ladite paroi et solidaires de ladite paroi,
- de sorte que le transfert thermique est réalisé du premier fluide vers le deuxième
- 15 fluide à travers ladite paroi et que chacun des premier et deuxième fluides est notamment à la fois sous phase liquide et sous phase gazeuse, la phase liquide du premier fluide circulant dans un sens opposé à la phase gazeuse du premier fluide et la phase liquide du deuxième fluide circulant dans un sens opposé à la phase gazeuse du deuxième fluide.
- 20 **[0007]** Autrement dit, chacun des premier et deuxième fluides est notamment à la fois sous phase liquide et sous phase gazeuse, la phase liquide du premier fluide circulant à contre-courant de la phase gazeuse du premier fluide et la phase liquide du deuxième fluide circulant à contre-courant de la phase gazeuse du deuxième fluide.
- 25 **[0008]** La vitesse de la phase gazeuse de chacun des premier et deuxième fluides est comprise entre 0,5 m/s et 5 m/s, de préférence entre 1 m/s et 3 m/s.
- [0009]** Le premier fluide correspond notamment à un premier écoulement contre-courant et le deuxième fluide à un second écoulement contre-courant. Plus particulièrement, le premier fluide correspond notamment à un premier
- 30 écoulement sous forme biphasique gaz-liquide à contre-courant et le deuxième fluide à un second écoulement sous forme biphasique gaz-liquide à contre-courant.
- [0010]** Un transfert de matière est réalisé simultanément au transfert thermique.

**[0011]** Un transfert de matière dans chacune des structures tridimensionnelles est réalisé simultanément au transfert thermique.

**[0012]** Ainsi, le procédé selon l'invention est remarquable en ce que le transfert thermique et le transfert de matière ont lieu simultanément au sein du dispositif. A l'intérieur des deux structures, chacun des deux fluides est à la fois sous phase liquide et sous phase gazeuse. Le liquide ruisselle sur la surface solide alors que le gaz occupe le reste de la structure. Afin d'assurer un contact optimal entre les deux phases, la structure doit être entièrement mouillée et en même temps le gaz doit circuler dans l'ensemble de la structure, sans emprunter un chemin préférentiel. Cela est rendu possible par l'architecture tridimensionnelle alvéolaire des chacune de structures qui possède une grande aire d'interface et qui permet donc de créer une grande surface de contact entre les deux phases.

**[0013]** Par ailleurs, l'ensemble monobloc d'un seul tenant rend le transfert thermique plus efficace. En l'absence d'une continuité entre les structures tridimensionnelles alvéolaires et la paroi thermiquement conductrice, l'énergie est diffusée à l'intérieur de chacune des structures ainsi limitant fortement le transfert thermique au travers de la paroi. Dans le cas inverse, lorsque l'ensemble monobloc est d'un seul tenant selon l'invention, il existe une continuité de matière entre les structures tridimensionnelles alvéolaires et la paroi thermiquement conductrice, permettant ainsi le transfert thermique au travers de ladite paroi.

**[0014]** L'invention a encore pour objet un dispositif apte à réaliser un transfert thermique entre un premier et un deuxième fluide circulant respectivement de part et d'autre d'une paroi thermiquement conductrice, ledit dispositif étant configuré pour mettre en œuvre le procédé décrit précédemment, le dispositif comportant un ensemble monobloc formé d'un seul tenant comportant:

- une première structure tridimensionnelle alvéolaire thermiquement conductrice apte à être traversée par le premier fluide,
  - au moins ladite paroi, et
  - une deuxième structure tridimensionnelle alvéolaire thermiquement conductrice apte à être traversée par le deuxième fluide,
- la première structure tridimensionnelle alvéolaire et la deuxième structure tridimensionnelle alvéolaire étant situées de part et d'autre de ladite paroi et

solidaires de ladite paroi,  
de sorte que le transfert thermique est réalisé du premier fluide vers le deuxième fluide à travers ladite paroi.

**[0015]** L'ensemble monobloc garantit de bonnes performances thermiques. Dans  
5 le cas d'une utilisation dans une colonne à distiller, il garantit également de  
bonnes performances de séparation.

**[0016]** Par ensemble monobloc selon l'invention on entend un ensemble formé  
d'un seul tenant, la première structure tridimensionnelle alvéolaire et la deuxième  
structure tridimensionnelle alvéolaire étant toutes les deux inséparables de la  
10 paroi.

**[0017]** Le dispositif peut être un échangeur thermique ou une colonne de  
séparation, notamment une colonne à distiller, une colonne d'absorption, ou un  
strippeur.

**[0018]** Le dispositif peut être un échangeur thermique.

15 **[0019]** Le dispositif est apte à réaliser un transfert de matière simultanément au  
transfert thermique. Le dispositif améliore alors les échanges de chaleur tout en  
conservant les performances de transfert de matière. Les performances de  
transfert de matière sont notamment nécessaires à la mise en œuvre de procédés  
de séparation dans de nombreuses industries de transformation de matières  
20 diverses chimiques, énergétiques, alimentaires, et biotechnologiques. Par  
performances de transfert de matière on entend donc la séparation de matière, ce  
qui est l'objet même d'une colonne à distiller, une colonne d'absorption, ou un  
strippeur.

**[0020]** Le dispositif peut être une colonne de séparation, notamment une colonne  
25 à distiller, une colonne d'absorption, ou un strippeur, ou deux colonnes de  
séparations réactives, l'une produisant de la chaleur et l'autre en consommant. Un  
tel dispositif permet d'améliorer très significativement les performances des  
procédés de distillation, d'absorption ou de stripping, qui sont des procédés de  
séparation au sein desquels il importe de gérer simultanément les processus de  
30 transfert de matière et de chaleur. Ces procédés jouent un rôle important dans les  
industries pétrolières, gazières, pétrochimiques et chimiques, et notamment dans

les installations destinées au traitement de gaz naturel, pour la désacidification par exemple, ou gaz de combustion, pour la décarbonatation par exemple, pour lesquels la maîtrise de la consommation énergétique doit être minimisée.

**[0021]** De manière préférée, le dispositif est une colonne à distiller ou un échangeur thermique, notamment une colonne à distiller. De manière plus préférée encore, le dispositif est une colonne à distiller comportant un échangeur thermique configuré pour échanger de la chaleur entre deux fluides biphasiques, notamment contenant chacun une phase liquide et une phase gazeuse.

**[0022]** La colonne à distiller comporte un ou plusieurs ensembles monoblocs selon l'invention configurés pour que la longueur de la colonne à distiller soit égale à une longueur cible. Les ensembles monoblocs peuvent être vissés et/ou collés les uns aux autres.

**[0023]** Le dispositif peut être une colonne à distiller HIDiC.

**[0024]** La colonne à distiller HIDiC comporte notamment une zone d'enrichissement et une zone d'appauvrissement, dans lesquelles circulent respectivement le premier fluide et le second fluide. La paroi de l'ensemble monobloc sépare notamment la zone d'enrichissement de la zone d'appauvrissement.

**[0025]** Le dispositif améliore les échanges de chaleur entre la zone d'enrichissement et la zone d'appauvrissement tout en conservant les performances de transfert de matière dans chacune desdites zones.

**[0026]** Le dispositif peut être une colonne à distiller HIDiC concentrique. La colonne HIDiC concentrique selon l'invention présente un gain énergétique élevé, notamment pour la séparation des composés à volatilité proche.

**[0027]** Par « colonne à distiller HIDiC concentrique », on entend une colonne à distiller HIDiC comportant une colonne d'enrichissement et une colonne d'appauvrissement concentriques. Autrement dit la zone d'enrichissement est une colonne d'enrichissement et la zone d'appauvrissement est une colonne d'appauvrissement, la colonne d'enrichissement et la colonne d'appauvrissement étant concentriques.

**[0028]** La colonne d'enrichissement comporte notamment la première structure tridimensionnelle alvéolaire thermiquement conductrice.

**[0029]** La colonne d'appauvrissement comporte notamment la deuxième structure tridimensionnelle alvéolaire thermiquement conductrice.

5 **[0030]** La différence de température entre la tête et le pied de la colonne à distiller peut être inférieure ou égal à 20°C. Plus la différence de température entre la tête et le pied de la colonne à distiller est faible plus le gain en énergie est grand.

**[0031]** Le fonctionnement d'une colonne à distiller selon l'invention est donc remarquable par le fait que d'une part il y a transfert de matière entre les phases  
10 dans chaque fluide et d'autre part le transfert de chaleur entre les deux fluides est assuré de la façon la plus efficace, qui soit. Un transfert de matière est ainsi réalisé simultanément au transfert thermique.

**[0032]** Le dispositif est configuré pour que chacun des premier et deuxième fluides soient à la fois sous phase liquide et sous phase gazeuse, la phase liquide  
15 du premier fluide circulant dans un sens opposé à la phase gazeuse du premier fluide et la phase liquide du deuxième fluide circulant dans un sens opposé à la phase gazeuse du deuxième fluide. Ainsi on peut observer un écoulement contre-courant gaz/liquide de chaque côté de la paroi.

**[0033]** Le dispositif est configuré pour que la vitesse de la phase gazeuse de  
20 chacun des premier et deuxième fluides soit comprise entre 0,5 m/s et 5 m/s, de préférence entre 1 m/s et 3 m/s.

**[0034]** L'invention peut notamment être utilisée pour de la distillation fractionnée dans les domaines tels que le raffinage, la pétrochimie, la chimie de spécialité, l'industrie pharmaceutique, la biotechnologie ou l'agroalimentaire.

25 **[0035]** Selon un autre de ses objets, l'invention concerne un ensemble monobloc conçu pour la mise en œuvre d'un procédé selon décrit précédemment, ledit ensemble monobloc étant destiné à être agencé à l'intérieur d'un dispositif tel que décrit ci-dessus apte à réaliser un transfert thermique entre un premier et un deuxième fluide circulant respectivement de part et d'autre d'une paroi  
30 thermiquement conductrice, ledit ensemble monobloc est formé d'un seul tenant et comporte:

- une première structure tridimensionnelle alvéolaire thermiquement conductrice apte à être traversée par le premier fluide,
  - au moins ladite paroi, et
  - une deuxième structure tridimensionnelle alvéolaire thermiquement conductrice
- 5 (4) apte à être traversée par le deuxième fluide,  
la première structure tridimensionnelle alvéolaire et la deuxième structure tridimensionnelle alvéolaire étant situées de part et d'autre de ladite paroi et solidaires de ladite paroi,  
de sorte que le transfert thermique est réalisé du premier fluide vers le deuxième
- 10 fluide à travers ladite paroi.

**[0036]** L'ensemble monobloc garantit de bonnes performances thermiques. Dans le cas d'une utilisation dans une colonne à distiller, il garantit également de bonnes performances de séparation.

- [0037]** Par ensemble monobloc selon l'invention on entend un ensemble formé
- 15 d'un seul tenant, la première structure tridimensionnelle alvéolaire et la deuxième structure tridimensionnelle alvéolaire étant inséparable de la paroi.

**[0038]** La paroi est préférentiellement de forme cylindrique.

**[0039]** La paroi présente une épaisseur comprise entre 0,5 mm et 10 mm.

- [0040]** La première structure tridimensionnelle alvéolaire et la deuxième structure
- 20 tridimensionnelle alvéolaire peuvent être moulées d'une seule pièce avec la paroi, notamment par fonderie.

**[0041]** L'ensemble monobloc peut de manière alternative être fabriqué par fabrication additive, par brasage ou par soudage de plaques métalliques élémentaires.

- 25 **[0042]** Le dispositif est apte à réaliser un transfert de matière simultanément au transfert thermique.

**[0043]** Le dispositif est apte à réaliser un transfert de matière au sein des premier et deuxième fluides de façon simultanée au transfert thermique.

- [0044]** La première structure tridimensionnelle alvéolaire thermiquement conductrice remplit l'intérieur du cylindre formé par la paroi, et présenter notamment un rayon compris entre 15 mm et 50 mm.
- [0045]** La deuxième structure tridimensionnelle alvéolaire thermiquement conductrice épouse le contour de la paroi et s'étend radialement.
- [0046]** La deuxième structure tridimensionnelle alvéolaire thermiquement conductrice présente un rayon externe compris entre 25 mm et 100 mm.
- [0047]** La deuxième structure tridimensionnelle alvéolaire thermiquement conductrice présente une surface opposée à la paroi de forme cylindrique.
- 10 **[0048]** La première structure tridimensionnelle alvéolaire et la deuxième structure tridimensionnelle alvéolaire sont notamment fixées à ladite paroi.
- [0049]** La première structure tridimensionnelle alvéolaire et la deuxième structure tridimensionnelle alvéolaire sont notamment structurellement conductrices de la chaleur.
- 15 **[0050]** Les première et deuxième structures tridimensionnelles alvéolaires définissent notamment une pluralité d'alvéoles.
- [0051]** Les première et deuxième structures tridimensionnelles alvéolaires sont notamment à alvéoles ouvertes.
- [0052]** Les alvéoles sont notamment en communication les unes avec les autres.
- 20 **[0053]** Au moins l'une, notamment chacune, des structures tridimensionnelles alvéolaires comporte une pluralité de brins d'épaisseur comprise entre 1 mm et 3 mm.
- [0054]** Au moins l'une, notamment chacune, des structures alvéolaires présente un taux de vide compris entre 85% à 99%.
- 25 **[0055]** Le taux de vide d'une structure alvéolaire est calculé de la manière suivante.
- [0056]** La masse  $m_1$  de la structure alvéolaire est mesurée en kg.

**[0057]** La structure alvéolaire est placée dans un récipient et entièrement immergée dans de l'eau qui est versée jusqu'à une graduation donnée. La masse  $m_2$  de l'ensemble constitué par la structure alvéolaire et l'eau est mesurée en kg.

**[0058]** Le récipient est vidé puis rempli uniquement d'eau jusqu'à ladite graduation. La masse  $m_3$  d'eau est mesurée en kg.

**[0059]** Le volume de la structure alvéolaire  $V_{sol}$  est déterminé en L.

**[0060]** Le taux de vide  $\varepsilon$  est calculé selon l'équation suivante, où  $\rho$  est la masse volumique de l'eau en kg/L:

**[0061]** [Math. 1]

$$\varepsilon = 1 - \frac{m_3 - (m_2 - m_1)}{\rho V_{sol}}$$

**[0062]** Au moins l'une, notamment chacune, des structures alvéolaires présente une surface volumique comprise entre 100 et 1000  $m^2/m^3$ .

**[0063]** Au moins l'une, notamment chacune, des structures alvéolaires est une structure stochastique ou une structure régulière.

**[0064]** Ainsi l'arrangement des alvéoles est régulier ou stochastique.

**[0065]** Au moins l'une, notamment chacune, des structures alvéolaires est une structure ordonnée, homogène ou non.

**[0066]** Au moins l'une, notamment chacune, des structures alvéolaires présente des cellules de Kelvin.

**[0067]** Au moins l'une, notamment chacune, des structures alvéolaires présente des alvéoles qui ne sont pas des cellules de Kelvin.

**[0068]** Au moins l'une, notamment chacune, des structures alvéolaires présente des alvéoles présentant des variantes géométriques les unes par rapport aux autres, la ou les structures alvéolaires étant notamment anisotropes.

**[0069]** Au moins l'une, notamment chacune, des structures alvéolaires présente des alvéoles cylindriques, prismatiques ou parallélépipédiques.

**[0070]** Au moins l'une, notamment chacune, des structures alvéolaires présente des alvéoles à base polyédrique, notamment à base octogonale, hexagonale ou carrée.

**[0071]** Au moins l'une, notamment chacune, des structures alvéolaires présente  
5 des alvéoles décrites par l'appellation concept déposée NEOLATTICE indiquée dans la documentation développée par le Groupe GRIMS.

**[0072]** Chaque alvéole a une dimension caractéristique comprise entre 5 mm et 25 mm.

**[0073]** Au moins l'une, notamment chacune, des structures alvéolaires est une  
10 mousse conductrice, notamment une mousse constituée de matériau conducteur de chaleur.

**[0074]** Au moins l'une, notamment chacune, des structures alvéolaires est une mousse métallique ou une mousse de carbure de silicium.

**[0075]** Au moins l'une, notamment chacune, des structures alvéolaires est une  
15 mousse de cuivre, de titane, d'acier inoxydable ou d'aluminium, ou de leurs alliages.

**[0076]** Au moins l'une, notamment chacune, des structures alvéolaires est fabriquée par fonderie ou par technologie additive.

**[0077]** La ou les mousses sont notamment rigides.

**[0078]** Selon un autre de ses objets, l'invention concerne un procédé de  
20 fabrication d'un ensemble monobloc tel que décrit précédemment, comportant:  
- l'introduction d'un liquide dans une préforme,  
- la solidification du liquide dans la préforme,  
- le démoulage du solide ainsi obtenu de sorte à obtenir l'ensemble monobloc.

**[0079]** L'ensemble monobloc est ainsi notamment fabriqué par coulage.

**[0080]** Le démoulage comporte une étape de débouillage thermique.

**[0081]** L'ensemble monobloc est fabriqué par fonderie.

**[0082]** L'ensemble monobloc est de manière alternative fabriqué par fabrication additive.

**[0083]** La première structure tridimensionnelle alvéolaire et/ou la deuxième structure tridimensionnelle alvéolaire peut de manière alternative être rendue solidaires de la paroi par brasage ou par soudage.

**[0084]** L'invention pourra être mieux comprise à la lecture de la description  
5 détaillée qui va suivre, d'exemples de mise en œuvre non limitatifs de celle-ci, et à l'examen du dessin annexé, sur lequel :

**Fig. 1**

**[0085]** [Fig. 1] représente un ensemble monobloc selon l'invention.

**Fig. 2**

10 **[0086]** [Fig. 2] représente en perspective l'ensemble monobloc de la figure 1.

**Fig. 3**

**[0087]** [Fig. 3] est une coupe transversale de l'ensemble monobloc de la figure 1.

**Fig. 4**

15 **[0088]** [Fig. 4] représente un grossissement de la première structure tridimensionnelle alvéolaire de l'ensemble monobloc de la figure 1.

**Fig. 5**

**[0089]** [Fig. 5] représente un dispositif apte à réaliser un transfert thermique selon l'invention.

**Fig. 6**

20 **[0090]** [Fig. 6] représente de manière schématique le fonctionnement d'une colonne HIDiC selon l'invention.

**Fig. 7a**

**[0091]** [Fig. 7a] est un premier graphique comparant la performance thermique d'un ensemble monobloc selon l'invention avec un garnissage de l'art antérieur.

25 **Fig. 7b**

[0092] [Fig. 7b] est un deuxième graphique comparant la performance thermique d'un ensemble monobloc selon l'invention avec un garnissage de l'art antérieur.

**Fig. 7c**

[0093] [Fig. 7c] est un troisième graphique comparant la performance thermique  
5 d'un ensemble monobloc selon l'invention avec un garnissage de l'art antérieur.

**Fig. 7d**

[0094] [Fig. 7d] est un quatrième graphique comparant la performance thermique d'un ensemble monobloc selon l'invention avec un garnissage de l'art antérieur.

**Fig. 8a**

10 [0095] [Fig. 8a] représente une première étape d'un procédé de fabrication d'une structure tridimensionnelle alvéolaire thermiquement conductrice d'un ensemble monobloc selon l'invention.

**Fig. 8b**

[0096] [Fig. 8b] représente une deuxième étape d'un procédé de fabrication  
15 d'une structure tridimensionnelle alvéolaire thermiquement conductrice d'un ensemble monobloc selon l'invention.

**Fig. 8c**

[0097] [Fig. 8c] représente une troisième étape d'un procédé de fabrication d'une structure tridimensionnelle alvéolaire thermiquement conductrice d'un ensemble  
20 monobloc selon l'invention.

**Fig. 8d**

[0098] [Fig. 8d] représente une quatrième étape d'un procédé de fabrication d'une structure tridimensionnelle alvéolaire thermiquement conductrice d'un ensemble monobloc selon l'invention.

25 **Fig. 8e**

[0099] [Fig. 8e] représente une cinquième étape d'un procédé de fabrication d'une structure tridimensionnelle alvéolaire thermiquement conductrice d'un ensemble monobloc selon l'invention.

**Fig. 8f**

**[0100]** [Fig. 8f] représente une sixième étape d'un procédé de fabrication d'une structure tridimensionnelle alvéolaire thermiquement conductrice d'un ensemble monobloc selon l'invention.

- 5 **[0101]** Les figures 1, 2 et 3 représentent un ensemble monobloc 1 pour dispositif 10 apte à réaliser un transfert thermique entre un premier et un deuxième fluide circulant respectivement de part et d'autre d'une paroi thermiquement conductrice 3.

**[0102]** L'ensemble monobloc 1 comporte:

- 10 - une première structure tridimensionnelle alvéolaire thermiquement conductrice 2 apte à être traversée par le premier fluide,  
- ladite paroi 3, et  
- une deuxième structure tridimensionnelle alvéolaire thermiquement conductrice 4 apte à être traversée par le deuxième fluide.

- 15 **[0103]** La première structure tridimensionnelle alvéolaire 2 et la deuxième structure tridimensionnelle alvéolaire 4 sont situées de part et d'autre de ladite paroi 3 et solidaires de ladite paroi 3.

**[0104]** Le transfert thermique est réalisé du premier fluide vers le deuxième fluide à travers ladite paroi 3.

- 20 **[0105]** La première structure tridimensionnelle alvéolaire 2 et la deuxième structure tridimensionnelle alvéolaire 4 comportent une pluralité de brins 6 d'épaisseur  $e_b$  comprise entre 1 mm et 3 mm.

**[0106]** La paroi 3 est de forme cylindrique autour d'un axe Y.

**[0107]** La paroi 3 présente une épaisseur  $e_p$  de 5 mm.

- 25 **[0108]** La première structure tridimensionnelle alvéolaire thermiquement conductrice 2 remplit l'intérieur du cylindre formé par la paroi 3.

**[0109]** La deuxième structure tridimensionnelle alvéolaire thermiquement conductrice 4 épouse le contour de la paroi 3 et s'étend radialement.

**[0110]** La surface de la deuxième structure tridimensionnelle alvéolaire thermiquement conductrice 4 opposée à la paroi 3 est de forme cylindrique autour de l'axe Y.

**[0111]** La première structure tridimensionnelle alvéolaire 2 a un diamètre  $l_1$  de 80 mm.

**[0112]** La deuxième structure tridimensionnelle alvéolaire 4 a une dimension radiale  $l_2$  de 25 mm.

**[0113]** Comme illustré sur la figure 4, chaque alvéole 5 présente une dimension caractéristique  $l_a$  de 10 mm.

10 **[0114]** Les première et deuxième structures alvéolaires 2,4 sont des mousses métalliques à cellules de Kelvin.

**[0115]** La figure 5 représente un dispositif 10 selon l'invention. Le dispositif 10 est une colonne HIDiC concentrique comportant un ensemble monobloc 1 selon l'invention.

15 **[0116]** Le dispositif 10 comporte une colonne d'enrichissement, dite colonne interne, comportant une première structure tridimensionnelle alvéolaire thermiquement conductrice 2 et une colonne d'appauvrissement, dite colonne externe, comportant une deuxième structure tridimensionnelle alvéolaire thermiquement conductrice 4, la colonne d'enrichissement et la colonne  
20 d'appauvrissement étant concentriques.

**[0117]** Les performances thermiques d'un ensemble monobloc 1 selon l'invention ont été testées sur une colonne HIDiC concentrique et comparées avec un garnissage de l'art antérieur aux figures 7a, 7b, 7c et 7d.

**[0118]** L'ensemble monobloc 1 testé comporte, de part et d'autre de la paroi, une  
25 mousse métallique d'aluminium présentant un taux de vide de 85% et présentant des cellules de Kelvin.

**[0119]** Le garnissage de l'art antérieur est un garnissage « super ring » commercialisé par la société Raschig GmbH.

**[0120]** La colonne HiDiC concentrique sur laquelle les essais ont été réalisés est une colonne d'un mètre de hauteur comportant une colonne interne de 80 mm de diamètre et une colonne externe de 150 mm de diamètre.

**[0121]** La colonne interne est alimentée par du cyclohexane à un débit, dit « débit d'arrosage », de 12 kg/h à 40 kg/h.

**[0122]** La colonne externe est alimentée par de la vapeur d'eau à un débit de 0,8 kg/h à 5 kg/h, à une pression comprise entre 1,8 atm et 2,2 atm.

**[0123]** Les figures 7a, 7b, 7c et 7d représentent la chaleur échangée en fonction du débit d'arrosage pour l'ensemble monobloc 1 d'une part et pour le garnissage de l'art antérieur, noté « garnissage », d'autre part, respectivement pour une différence de température de part et d'autre de la paroi  $\Delta T$  de 1°K, 1,81°K, 2,61°K, et 5,65°K.

**[0124]** Les résultats présentés aux figures 7a, 7b, 7c et 7d montrent que l'ensemble monobloc 1 selon l'invention offre une meilleure performance thermique que le garnissage de l'art antérieur.

**[0125]** La valeur moyenne du gain est de l'ordre de 100% : l'ensemble monobloc 1 selon l'invention double l'échange thermique par rapport au garnissage de l'art antérieur.

**[0126]** Par ailleurs, trois essais ont été réalisés sur une colonne HiDiC concentrique selon l'invention, représentée de manière très schématique sur la figure 6, comportant un ensemble monobloc 1 selon l'invention.

**[0127]** L'ensemble monobloc 1 utilisé pour ces trois essais comporte, de part et d'autre de la paroi 3, une mousse d'aluminium présentant un taux de vide de 85% et présentant des cellules de Kelvin.

**[0128]** Pour chaque essai, les résultats ont été analysés avec le système n-heptane (C7)/cyclohexane (C6). Les trois essais (essais 1, 2 et 3) ont été réalisés respectivement avec une pression dans la colonne interne  $P_{int}$  de 1,3 bar, de 1,5 bar et de 1,5 bar. L'ensemble des résultats est résumé dans les tableaux 1 à 3, correspondant respectivement aux essais 1 à 3, les grandeurs mesurées étant représentées sur la figure 6.

[0129] [Tableau 1]

		F	W	D	F'	V1	V1'	L1	V2
débit total	kg/h	11,80	3,00	8,80	24,30	21,30	21,30	12,51	8,80
fraction massique	C6	0,49	0,12	0,62	0,44	0,49	0,49	0,39	0,62
	C7	0,51	0,88	0,38	0,56	0,51	0,51	0,61	0,38
Température	°C	29,57	95,66	95,83	84,72	89,21	101,08	97,23	91,08
Pression	bar	1,01	1,01	1,35	1,01	1,01	1,35	1,35	1,35

[0130] [Tableau 2]

		F	W	D	F'	V1	V1'	L1	V2
débit total	kg/h	11,75	10,82	0,92	28,92	18,10	18,10	17,18	0,92
fraction massique	C6	0,47	0,43	0,94	0,61	0,71	0,71	0,70	0,94
	C7	0,53	0,57	0,06	0,39	0,29	0,29	0,30	0,06
Température	°C	39,88	87,88	95,22	84,71	84,65	98,57	93,78	83,99
Pression	bar	1,01	1,01	1,50	1,01	1,01	1,50	1,50	1,50

[0131] [Tableau 3]

		F	W	D	F'	V1	V1'	L1	V2
débit total	kg/h	11,4	2,8	8,6	18,7	15,9	15,9	7,3	8,6
fraction massique	C6	0,5	0,1	0,6	0,4	0,5	0,5	0,4	0,6
	C7	0,5	0,9	0,4	0,6	0,5	0,5	0,6	0,4
Température	°C	31,5	95,5	100,1	84,8	89,4	105,4	100,6	89,9
Pression	bar	1,0	1,0	1,5	1,0	1,0	1,5	1,5	1,5

[0132] Les résultats des essais ont été comparés aux résultats d'une colonne de distillation classique.

[0133] La puissance à fournir au bouilleur de la colonne de distillation classique ( $Q_b$  classique) a été comparée à la puissance fournie au bouilleur de la colonne HIDiC ( $Q_b$  HIDiC) ajoutée à la puissance consommée par le compresseur de la colonne HIDiC ( $P_{comp}$ ).

10 [0134] L'hypothèse pessimiste selon laquelle le rendement isentropique du compresseur de la colonne HIDiC est de 25% a été prise.

[0135] Les résultats sont regroupés dans le tableau 4.

[0136] [Tableau 4]

	$Q_b$ (kW) HIDiC	$P_{comp}$ (KW) (isentropique)	$P_{comp}$ (kW) (25% isentropique)	Total HIDiC (kW)	$Q_b$ (kW) classique	Gain
Essai 1	0,31	0,06	0,24	0,55	0,97	43%
Essai 2	0,04	0,07	0,28	0,32	0,52	57%
Essai 3	0,3	0,06	0,24	0,54	0,84	36%

[0137] Des gains énergétiques compris entre 36% et 57% ont été réalisés.

**[0138]** L'utilisation d'une colonne HIDiC selon l'invention permet donc un net gain énergétique par rapport à une colonne à distiller classique.

**[0139]** Les figures 8a, 8b, 8c, 8d, 8e et 8f représentent différentes étapes d'un procédé de fabrication d'une structure tridimensionnelle alvéolaire thermiquement conductrice d'un ensemble monobloc selon l'invention.

**[0140]** La structure tridimensionnelle alvéolaire est fabriquée par chaudronnerie.

**[0141]** Des noyaux 20 en plaques sont fabriqués (Figure 8a). Le motif constitutif des noyaux 20 est par exemple une cellule de Kelvin à laquelle on a chanfreiné les arrêtes pour permettre l'infiltration du métal. Les noyaux 20 sont à base de sable.

**[0142]** Les noyaux 20 sont agglomérés en préforme 21 (Figure 8b). Les noyaux 20 sont disposés par imbrication des plaques.

**[0143]** Un moule est réalisé et la préforme 21 remoulée (Figure 8c).

**[0144]** Un bain de métal 22, par exemple d'aluminium, est préparé puis le métal 22 liquide est infiltré dans la préforme (Figure 8d). Le système de remplissage et la température du métal sont adaptées à la configuration de la structure tridimensionnelle alvéolaire à fabriquer. Un logiciel permettant de calculer les distances d'infiltration de métal peut être utilisé.

**[0145]** Le métal 22 est solidifié (Figure 8e).

**[0146]** Les sables sont évacués par un procédé de débouillage thermique qui permet d'évacuer le sable sans endommager les brins (Figure 8f).

**[0147]** Le métal est parachevé et la structure tridimensionnelle alvéolaire est fabriquée.

**[0148]** Le procédé de fabrication de la structure tridimensionnelle alvéolaire comporte un contrôle de la forme des noyaux, un contrôle de la porosité du métal avant coulée, une mesure de la température du métal avant coulée, une vérification de la métallurgie du métal avant coulée, notamment à l'aide d'un spectromètre et un contrôle visuel après dessablage.

## Revendications

**[Revendication 1]** Procédé de transfert thermique entre un premier et un deuxième fluide dans lequel le premier et le deuxième fluide circulent respectivement de part et d'autre d'une paroi (3) thermiquement conductrice d'un ensemble monobloc (1) formé d'un seul tenant agencé à l'intérieur d'un dispositif (10), l'ensemble monobloc (1) comportant:

- une première structure tridimensionnelle alvéolaire thermiquement conductrice (2) apte à être traversée par le premier fluide,
- 10 - au moins ladite paroi (3), et
- une deuxième structure tridimensionnelle alvéolaire thermiquement conductrice (4) apte à être traversée par le deuxième fluide,

la première structure tridimensionnelle alvéolaire (2) et la deuxième structure tridimensionnelle alvéolaire (4) étant situées de part et d'autre de ladite paroi (3) et

15 solidaires de ladite paroi (3),

de sorte que le transfert thermique est réalisé du premier fluide vers le deuxième fluide à travers ladite paroi (3) et que chacun des premier et deuxième fluides est à la fois sous phase liquide et sous phase gazeuse, la phase liquide du premier fluide circulant dans un sens opposé à la phase gazeuse du premier fluide et la

20 phase liquide du deuxième fluide circulant dans un sens opposé à la phase gazeuse du deuxième fluide.

**[Revendication 2]** Procédé de transfert thermique selon la revendication 1, la vitesse de la phase gazeuse de chacun des premier et deuxième fluides étant comprise entre 0,5 m/s et 5 m/s, de préférence entre 1 m/s et 3 m/s.

25 **[Revendication 3]** Procédé de transfert thermique selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, dans lequel un transfert de matière est réalisé simultanément au transfert thermique.

**[Revendication 4]** Dispositif (10) apte à réaliser un transfert thermique entre un premier et un deuxième fluide circulant respectivement de part et d'autre d'une

30 paroi (3) thermiquement conductrice, ledit dispositif (10) étant configuré pour mettre en œuvre le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, le

dispositif comportant un ensemble monobloc (1) formé d'un seul tenant comportant:

- une première structure tridimensionnelle alvéolaire thermiquement conductrice (2) apte à être traversée par le premier fluide,

5 - au moins ladite paroi (3), et

- une deuxième structure tridimensionnelle alvéolaire thermiquement conductrice (4) apte à être traversée par le deuxième fluide,

la première structure tridimensionnelle alvéolaire (2) et la deuxième structure tridimensionnelle alvéolaire (4) étant situées de part et d'autre de ladite paroi (3) et

10 solidaires de ladite paroi (3),

de sorte que le transfert thermique est réalisé du premier fluide vers le deuxième fluide à travers ladite paroi (3).

**[Revendication 5]** Dispositif (10) selon la revendication 4, le dispositif (10) étant une colonne à distiller, une colonne d'absorption, une colonne de stripping ou un  
15 échangeur thermique.

**[Revendication 6]** Dispositif (10) selon la revendication précédente, le dispositif (10) étant une colonne à distiller HIDiC, notamment une colonne à distiller HIDiC concentrique.

**[Revendication 7]** Ensemble monobloc (1) conçu pour la mise en œuvre d'un  
20 procédé selon l'une des revendications 1 à 3, ledit ensemble monobloc étant destiné à être agencé à l'intérieur d'un dispositif (10) selon l'une quelconque des revendications 4 à 6 apte à réaliser un transfert thermique entre un premier et un deuxième fluide circulant respectivement de part et d'autre d'une paroi (3) thermiquement conductrice, ledit ensemble monobloc (1) est formé d'un seul  
25 tenant et comporte:

- une première structure tridimensionnelle alvéolaire thermiquement conductrice (2) apte à être traversée par le premier fluide,

- au moins ladite paroi (3), et

- une deuxième structure tridimensionnelle alvéolaire thermiquement conductrice  
30 (4) apte à être traversée par le deuxième fluide,

la première structure tridimensionnelle alvéolaire (2) et la deuxième structure tridimensionnelle alvéolaire (4) étant situées de part et d'autre de ladite paroi (3) et

solidaires de ladite paroi (3),

de sorte que le transfert thermique est réalisé du premier fluide vers le deuxième fluide à travers ladite paroi (3).

5 **[Revendication 8]** Ensemble monobloc (1) selon la revendication 7, la paroi (3) étant de forme cylindrique.

**[Revendication 9]** Ensemble monobloc (1) selon la revendication 8, la première structure tridimensionnelle alvéolaire thermiquement conductrice (2) remplissant l'intérieur du cylindre formé par la paroi (3), et la deuxième structure tridimensionnelle alvéolaire thermiquement conductrice (4) épousant le contour de  
10 la paroi (3) et s'étendant radialement.

**[Revendication 10]** Ensemble monobloc (1) selon la revendication 9, la deuxième structure tridimensionnelle alvéolaire thermiquement conductrice (4) présentant une surface opposée à la paroi (3) de forme cylindrique.

15 **[Revendication 11]** Ensemble monobloc (1) selon l'une quelconque des revendications 7 à 10, au moins l'une, notamment chacune, des structures alvéolaires (2,4) comportant une pluralité de brins (6) d'épaisseur comprise entre 1 mm et 3 mm.

20 **[Revendication 12]** Ensemble monobloc (1) selon l'une quelconque des revendications 7 à 11, au moins l'une, notamment chacune, des structures alvéolaires (2,4) présentant un taux de vide compris entre 85% à 99%.

**[Revendication 13]** Ensemble monobloc (1) selon l'une quelconque des revendications 7 à 12, au moins l'une, notamment chacune, des structures alvéolaires (2,4) présentant une surface volumique comprise entre 100 et 1000  $m^2/m^3$ .

25 **[Revendication 14]** Ensemble monobloc (1) selon l'une quelconque des revendications 7 à 13, au moins l'une, notamment chacune, des structures alvéolaires (2,4) étant une structure régulière.

**[Revendication 15]** Ensemble monobloc (1) selon l'une quelconque des revendications 7 à 14, au moins l'une, notamment chacune, des structures

alvéolaires (2,4) présentant des cellules de Kelvin et/ou des alvéoles qui ne sont pas des cellules de Kelvin.

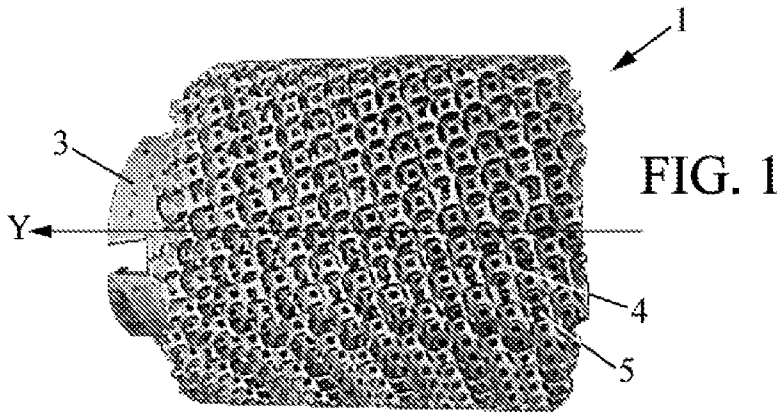
**[Revendication 16]** Ensemble monobloc (1) selon l'une quelconque des revendications 7 à 15, au moins l'une, notamment chacune, des structures alvéolaires (2,4) étant une mousse métallique ou une mousse de carbure de silicium, notamment une mousse de cuivre, de titane, d'acier inoxydable ou d'aluminium.

**[Revendication 17]** Procédé de fabrication d'un ensemble monobloc (1) selon l'une quelconque des revendications 7 à 16, comportant :

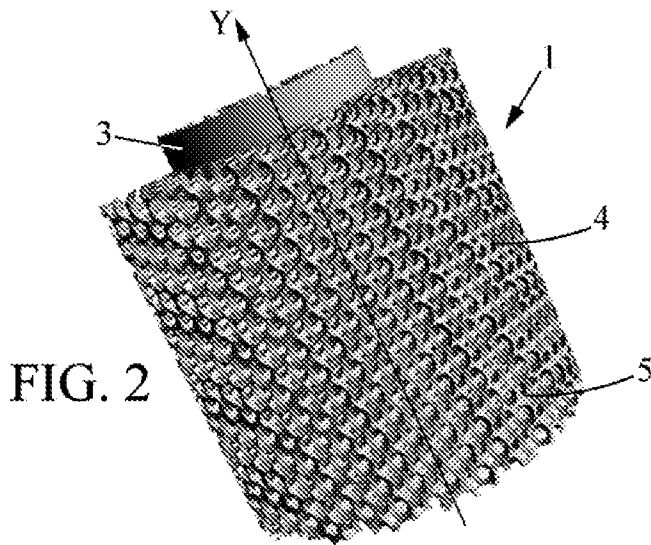
10 - l'introduction d'un liquide dans une préforme,  
- la solidification du liquide dans la préforme,  
- le démoulage du solide ainsi obtenu de sorte à obtenir l'ensemble monobloc (1).

**[Revendication 18]** Procédé selon la revendication précédente, le démoulage comportant une étape de débouillage thermique.

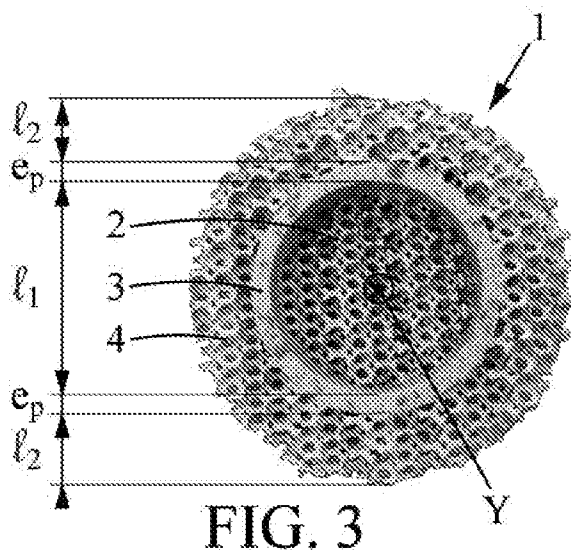
[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]



[Fig. 4]

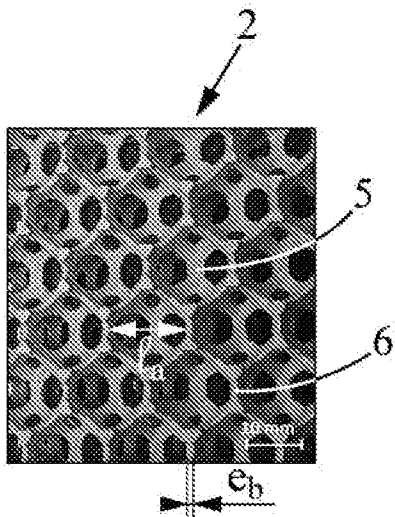


FIG. 4

[Fig. 5]

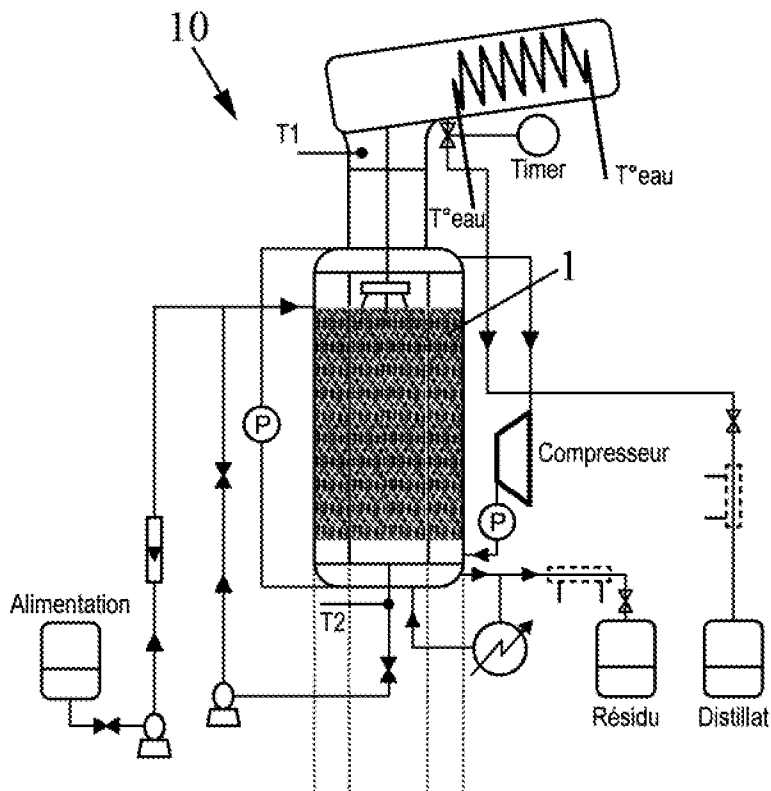


FIG. 5

[Fig. 6]

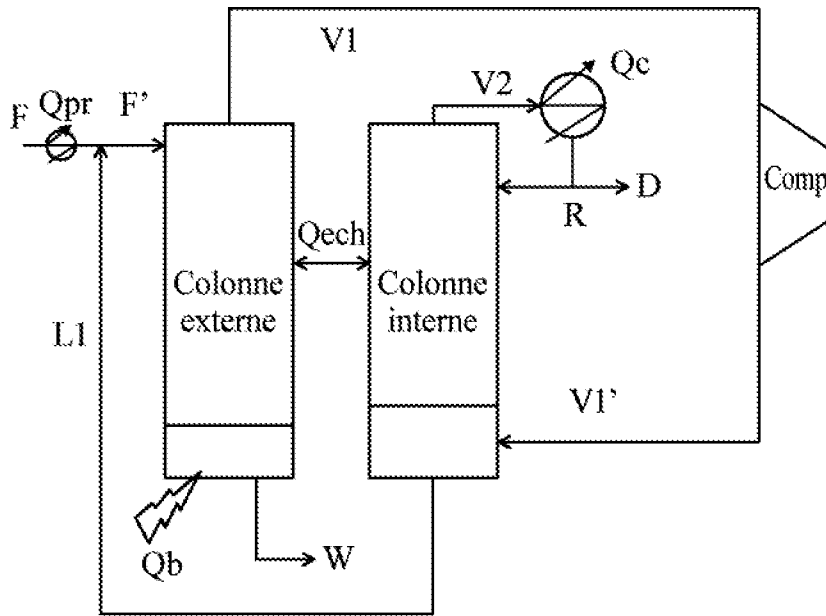


FIG. 6

[Fig. 7a]

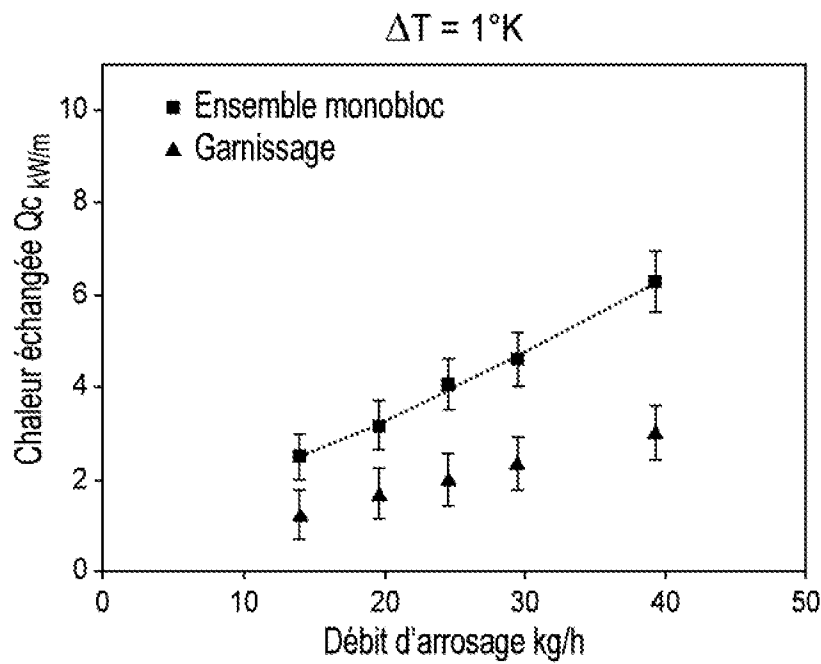


FIG. 7a

4/6

[Fig. 7b]

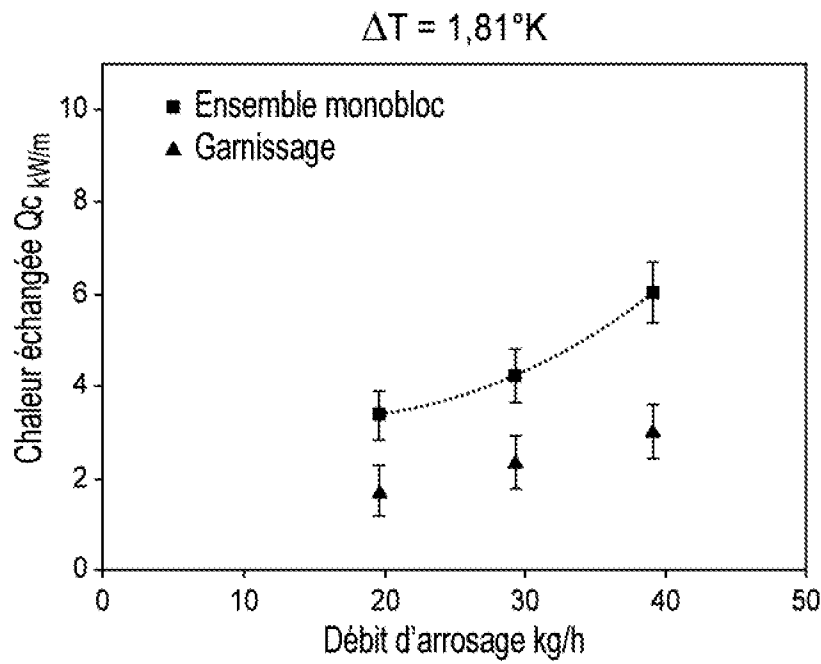


FIG. 7b

[Fig. 7c]

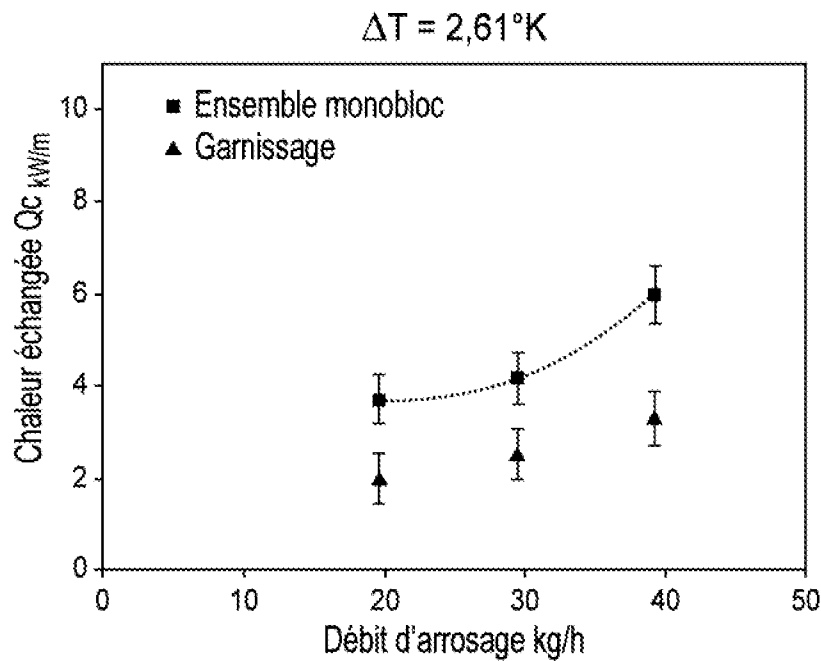


FIG. 7c

[Fig. 7d]

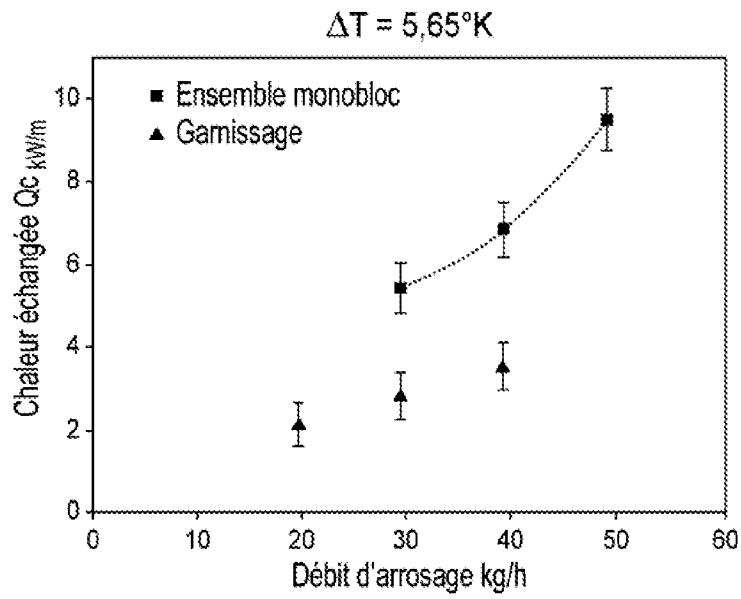
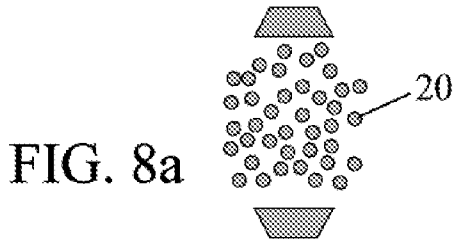
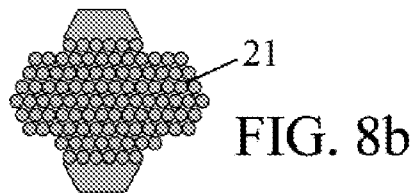


FIG. 7d

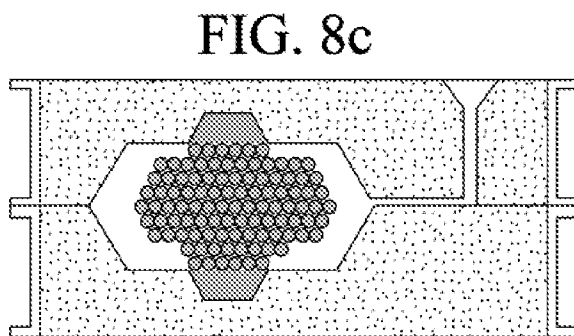
[Fig. 8a]



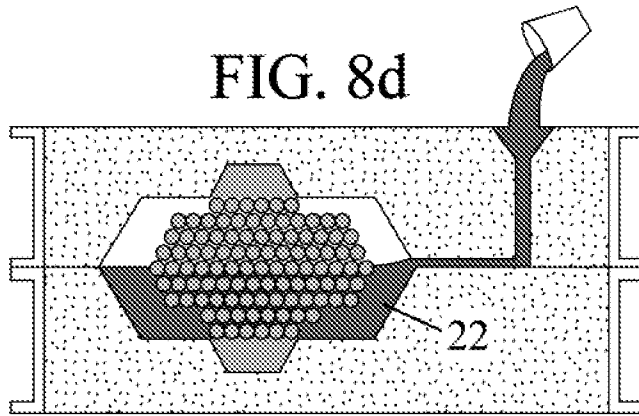
[Fig. 8b]



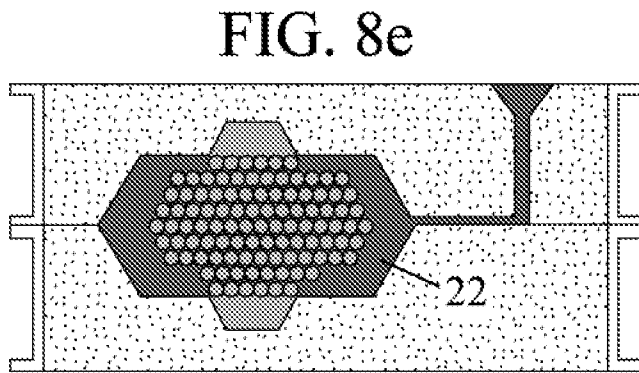
[Fig. 8c]



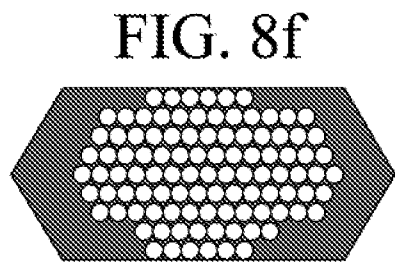
[Fig. 8d]



[Fig. 8e]



[Fig. 8f]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/FR2020/050322**

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>F28D 21/00</i> (2006.01)i; <i>B01D 3/32</i> (2006.01)i; <i>F25J 5/00</i> (2006.01)i; <i>F28F 1/42</i> (2006.01)i; <i>F28F 1/44</i> (2006.01)i; <i>F28F 13/00</i> (2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F28D; F25J; F17C; B01D; F28F		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	WO 2013163398 A1 (FLOWSERVE MAN CO [US]) 31 October 2013 (2013-10-31) figure 1A	4-16 1-3
X A	US 2009321045 A1 (HERNON DOMHNAILL [IE] ET AL) 31 December 2009 (2009-12-31) figure 4	4-18 1-3
A	CN 201392115 Y (TONGLIAN BUSINESS CONSULTING SHANGHAI CO LTD) 27 January 2010 (2010-01-27) figure 1	1-18
A	EP 3133344 A1 (AICHELIN HOLDING GMBH [AT]) 22 February 2017 (2017-02-22) figure 3	1-18
A	FR 2026088 A1 (DUNLOP CO LTD) 11 September 1970 (1970-09-11) figure 13	1-18
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search <b>13 May 2020</b>		Date of mailing of the international search report <b>26 May 2020</b>
Name and mailing address of the ISA/EP <b>European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands</b> Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer <b>Vassoille, Bruno</b> Telephone No.

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

International application No.

**PCT/FR2020/050322**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2013163398	A1	31 October 2013	NONE	
US	2009321045	A1	31 December 2009	CN 102077342 A	25 May 2011
				CN 103402341 A	20 November 2013
				EP 2311085 A2	20 April 2011
				JP 2011527101 A	20 October 2011
				JP 2014064035 A	10 April 2014
				KR 20110039298 A	15 April 2011
				KR 20130083934 A	23 July 2013
				US 2009321045 A1	31 December 2009
				US 2013299148 A1	14 November 2013
				WO 2010005501 A2	14 January 2010
CN	201392115	Y	27 January 2010	NONE	
EP	3133344	A1	22 February 2017	DE 102015113794 A1	23 February 2017
				EP 3133344 A1	22 February 2017
FR	2026088	A1	11 September 1970	DE 1962488 A1	26 November 1970
				FR 2026088 A1	11 September 1970

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2020/050322

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. F28D21/00 B01D3/32 F25J5/00 F28F1/42 F28F1/44 F28F13/00 ADD. Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) F28D F25J F17C B01D F28F Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	WO 2013/163398 A1 (FLOWSERVE MAN CO [US]) 31 octobre 2013 (2013-10-31)	4-16
A	figure 1A -----	1-3
X	US 2009/321045 A1 (HERNON DOMHNAILL [IE] ET AL) 31 décembre 2009 (2009-12-31)	4-18
A	figure 4 -----	1-3
A	CN 201 392 115 Y (TONGLIAN BUSINESS CONSULTING SHANGHAI CO LTD) 27 janvier 2010 (2010-01-27)	1-18
A	figure 1 -----	
A	EP 3 133 344 A1 (AICHELIN HOLDING GMBH [AT]) 22 février 2017 (2017-02-22)	1-18
	figure 3 -----	
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 13 mai 2020		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 26/05/2020
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Vassoille, Bruno

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>FR 2 026 088 A1 (DUNLOP CO LTD)                      11 septembre 1970 (1970-09-11)                      figure 13</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-18

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2020/050322

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2013163398	A1	31-10-2013	AUCUN	
-----				
US 2009321045	A1	31-12-2009	CN 102077342 A	25-05-2011
			CN 103402341 A	20-11-2013
			EP 2311085 A2	20-04-2011
			JP 2011527101 A	20-10-2011
			JP 2014064035 A	10-04-2014
			KR 20110039298 A	15-04-2011
			KR 20130083934 A	23-07-2013
			US 2009321045 A1	31-12-2009
			US 2013299148 A1	14-11-2013
			WO 2010005501 A2	14-01-2010
-----				
CN 201392115	Y	27-01-2010	AUCUN	
-----				
EP 3133344	A1	22-02-2017	DE 102015113794 A1	23-02-2017
			EP 3133344 A1	22-02-2017
-----				
FR 2026088	A1	11-09-1970	DE 1962488 A1	26-11-1970
			FR 2026088 A1	11-09-1970
-----				