

(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 2017/109344 A1

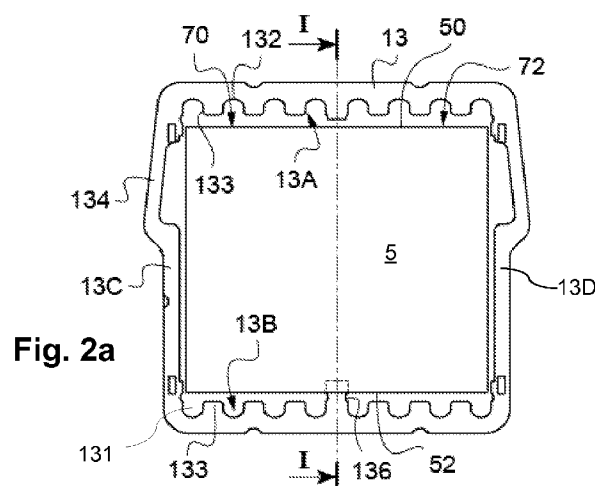
(43) Date de la publication internationale  
29 juin 2017 (29.06.2017)

WIPO | PCT

- (51) Classification internationale des brevets :  
F28F 9/02 (2006.01) F28D 9/00 (2006.01)  
F28D 7/00 (2006.01) F28F 1/02 (2006.01)  
F28D 7/16 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2016/053490
- (22) Date de dépôt international :  
16 décembre 2016 (16.12.2016)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :  
1562891 21 décembre 2015 (21.12.2015) FR
- (71) Déposant : VALEO SYSTEMES THERMIQUES  
[FR/FR]; ZA L'Agiot, 8 rue Louis Lormand, CS 80517 La  
Verrière, 78322 Le Mesnil Saint Denis (FR).
- (72) Inventeurs : MOUGNIER, Jérôme; 9 Grande rue, 51400  
Prosnes (FR). POURMARIN, Alain; 29 rue des Courtils,  
72210 La Suze-Sur-Sarthe (FR).
- (74) Mandataire : TRAN, Chi-Hai; Valeo Systemes Ther-  
miques, Propriété Industrielle, ZA L'Agiot, 8 rue Louis  
Lormand, CS 80517 La Verrière 78322 Le Mesnil Saint-  
denis Cedex (FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre  
de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,  
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,  
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,  
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,  
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN,  
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA,  
MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG,  
NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS,  
RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY,  
TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN,  
ZA, ZM, ZW.
- (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), eurasien (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))

(54) Title : HEAT EXCHANGER, PARTICULARLY FOR MOTOR VEHICLE

(54) Titre : ÉCHANGEUR THERMIQUE, NOTAMMENT POUR VÉHICULE AUTOMOBILE



(57) Abstract : The invention relates to a heat exchanger, particularly for a motor vehicle, comprising a heat exchanger bundle with a plurality of heat-exchange tubes (5). According to the invention, the heat exchanger bundle comprises a plurality of frames (13) for receiving heat-exchange tubes (5), each heat-exchange tube (5) received in a receiving frame (13) defining at least two groups of fluid circulation channels communicating between each other at one end, and the heat exchanger bundle also comprises at least one means (136) for blocking the passage of fluid at the other end of the two groups of fluid circulation channels of each heat-exchange tube (5), so as to define a circulation of the fluid in at least two passes in the heat-exchange tubes (5).

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



WO 2017/109344 A1



---

L'invention concerne un échangeur thermique, notamment pour véhicule automobile, comprenant un faisceau d'échange thermique avec une pluralité de tubes d'échange thermique (5). Selon l'invention, le faisceau d'échange thermique comprend: une pluralité de cadres (13) de réception des tubes d'échange thermique (5), chaque tube d'échange thermique (5) reçu dans un cadre (13) de réception définissant au moins deux groupes de canaux de circulation de fluide communiquant entre eux à une extrémité, et en ce que le faisceau d'échange thermique comprend en outre au moins un moyen de blocage (136) du passage de fluide à l'autre extrémité des deux groupes de canaux de circulation de fluide de chaque tube d'échange thermique (5), de façon à définir une circulation du fluide en au moins deux passes dans les tubes d'échange thermique (5).

## Échangeur thermique, notamment pour véhicule automobile

L'invention se rapporte au domaine des échangeurs thermiques et notamment aux échangeurs thermiques destinés à être parcourus par un fluide sous haute pression.

5 À cet égard, l'invention se rapporte plus particulièrement aux échangeurs thermiques aptes à être parcourus par un fluide réfrigérant ayant une pression de fonctionnement relativement élevée, comme c'est le cas de gaz naturels tels que le dioxyde de carbone désigné par CO<sub>2</sub>, présentant une pression de fonctionnement supérieure aux gaz réfrigérants utilisés dans les solutions de l'état de l'art.

10 De tels échangeurs thermiques trouvent une application particulière dans les véhicules automobiles. Ils peuvent notamment constituer un refroidisseur de gaz dans lequel le fluide réfrigérant tel que du CO<sub>2</sub> est refroidi par un deuxième fluide, tel que du liquide. À l'inverse, le deuxième fluide peut être refroidi par le premier fluide par exemple sous forme gazeuse, l'échangeur thermique est alors couramment désigné par  
15 « Water chiller » en anglais.

De tels échangeurs thermiques peuvent notamment être utilisés dans la régulation thermique d'une ou plusieurs batteries d'un véhicule électrique ou hybride. La régulation thermique des batteries est un point important car si les batteries sont soumises à des températures trop froides, leur autonomie peut décroître fortement et si  
20 elles sont soumises à des températures trop importantes, il y a un risque d'emballement thermique pouvant aller jusqu'à la destruction de la batterie, voire du véhicule automobile. Afin de réguler la température des batteries, il est connu d'utiliser un fluide caloporteur, en général du liquide de refroidissement comprenant un mélange d'eau glycolée, qui circule au sein d'un échangeur thermique en contact avec la ou les  
25 batteries. Le liquide de refroidissement, peut ainsi apporter de la chaleur à la ou aux batteries pour les réchauffer, cette chaleur ayant été absorbée par le liquide de refroidissement par exemple lors de l'échange thermique avec le CO<sub>2</sub> circulant dans le refroidisseur de gaz. Le liquide de refroidissement peut également, si besoin est, absorber de la chaleur émise par la ou les batteries afin de les refroidir et évacuer cette  
30 chaleur au niveau d'un ou plusieurs autres échangeurs thermiques.

-2-

De tels échangeurs thermiques peuvent aussi être utilisés comme tout autre refroidisseur de gaz dans un circuit de climatisation.

Ces échangeurs thermiques peuvent en particulier être des échangeurs thermiques assemblés par brasage.

5 On connaît par exemple des échangeurs thermiques comprenant un empilement de plaques permettant la circulation du premier fluide, tel que le fluide réfrigérant ou gaz réfrigérant, et du deuxième fluide tel que le liquide de refroidissement.

Toutefois, l'utilisation d'un fluide réfrigérant tel que du CO<sub>2</sub> sous une pression très élevée, généralement supérieure à 100 bars, avec une pression d'éclatement qui peut  
10 atteindre par exemple jusqu'à 340bars, implique que les échangeurs thermiques tels que des refroidisseurs de gaz, puissent résister à de telles pressions élevées.

Les échangeurs thermiques à plaques connus de l'art antérieur ne permettent pas de résister à de telles hautes pressions.

Afin d'y remédier, on connaît également de l'art antérieur des échangeurs  
15 thermiques comprenant un empilement de tubes reliés entre eux par au moins un collecteur du premier fluide notamment le fluide réfrigérant de chaque côté des tubes, et le deuxième fluide, par exemple sous forme liquide, peut circuler autour des tubes dans une enveloppe reliée à une boîte à eau.

Pendant une telle architecture est complexe à réaliser et présente notamment  
20 des inconvénients en termes d'étanchéité, en particulier dans le cas d'un échangeur thermique brasé pour lequel il s'avère nécessaire de prévoir de multiples points de brasage pour plusieurs pièces de l'échangeur thermique. De plus, avec cette architecture, les deux fluides circulent généralement à flux croisé, il n'est pas toujours possible de prévoir une circulation à contre-courant ou encore en plusieurs passes des  
25 deux fluides, ce qui limite l'efficacité de l'échangeur thermique. En outre, il s'avère difficile de réduire la hauteur de tube en dessous de 2mm du fait de la conception connue du collecteur recevant les extrémités des tubes, ce qui limite également l'efficacité de l'échangeur thermique. Il a été également constaté qu'un tel échangeur thermique ne présente pas toujours une bonne tenue mécanique.

30 Par ailleurs, un problème constant des échangeurs thermiques implémentés dans

-3-

un véhicule automobile réside en l'allocation d'une place réduite, afin de répondre aux exigences des constructeurs.

La présente invention vise à améliorer les solutions de l'état de la technique et à résoudre au moins partiellement les inconvénients exposés ci-dessus en proposant un échangeur thermique simple à réaliser et présentant des performances thermiques améliorées.

À cet effet, l'invention a pour objet un échangeur thermique, notamment pour véhicule automobile, comprenant un faisceau d'échange thermique avec une pluralité de tubes d'échange thermique.

10 Selon l'invention, le faisceau d'échange thermique comprend :

- une pluralité de cadres de réception des tubes d'échange thermique, chaque tube d'échange thermique reçu dans un cadre de réception définissant au moins deux groupes de canaux de circulation de fluide communiquant entre eux à une extrémité, et
- 15 - le faisceau d'échange thermique comprend en outre au moins un moyen de blocage du passage de fluide à l'autre extrémité des deux groupes de canaux de circulation de fluide de chaque tube d'échange thermique, de façon à définir une circulation du fluide en au moins deux passes dans les tubes d'échange thermique.

20 On permet ainsi de façon simple une circulation en deux passes dite en « U » d'un fluide, tel qu'un fluide réfrigérant de type CO<sub>2</sub>, tout en limitant le nombre de pièces ou composants de l'échangeur thermique à assembler.

Dans l'invention, les cadres désignent une pièce, ou un assemblage de pièces, qui peuvent être rigides, délimitant un espace fermé ou non. Dans cet espace peuvent être positionnés, dans notre exemple, des tubes d'échange thermique.

On notera que le faisceau d'échange thermique, qui comporte une pluralité de tubes d'échange thermique, est distinct des cadres.

L'échangeur thermique peut en outre comprendre une ou plusieurs des caractéristiques suivantes prises seules ou en combinaison :

-4-

- le moyen de blocage comprend au moins un élément de maintien du tube d'échange thermique dans le cadre de réception du tube d'échange thermique ;
  - le moyen de blocage du passage de fluide est réalisé par coopération de forme entre un cadre de réception d'un tube d'échange thermique et le tube d'échange thermique reçu dans ledit cadre ;  
5
  - le moyen de blocage comporte au moins une languette :
    - formée sur un bord dudit cadre en s'étendant en direction de l'extrémité du tube d'échange thermique en vis-à-vis, et
    - présentant une base d'épaisseur sensiblement égale à l'épaisseur du tube d'échange thermique en vis-à-vis, la base de la languette étant agencée en appui contre l'extrémité du tube d'échange thermique en vis-à-vis entre les deux groupes de canaux de circulation du fluide, de manière à bloquer le passage du fluide d'un groupe de canaux de circulation du fluide à un autre.  
10
- 15 Ledit cadre ainsi conformé permet de définir la circulation en « U » du fluide tout en présentant des propriétés intéressantes de résistances à de fortes pressions ;
- chaque tube d'échange thermique comporte un orifice d'assemblage à son extrémité en vis-à-vis du bord dudit cadre présentant la languette, et la languette  
20 comporte une terminaison apte à être insérée dans l'orifice d'assemblage, la terminaison de la languette s'étendant depuis la base de la languette vers l'extrémité du tube d'échange thermique et présentant une plus faible épaisseur que la base de la languette ;
  - chaque cadre de réception d'un tube d'échange thermique comprend :  
25
    - une première languette agencée sur le bord dudit cadre en vis-à-vis des extrémités, en communication fluïdique, des deux groupes de canaux de circulation du tube d'échange thermique, et
    - une deuxième languette agencée sur le bord opposé dudit cadre en vis-à-vis des extrémités opposées des deux groupes de canaux de circulation, et formant le moyen de blocage du passage de fluide entre les deux  
30

-5-

groupes de canaux de circulation ;

- la première languette présente une base agencée en retrait par rapport à l'extrémité du tube d'échange thermique, de sorte que le fluide peut circuler dans l'espace entre la base de la première languette et l'extrémité du tube d'échange thermique
- les cadres de réception des tubes d'échange thermique présentent respectivement au moins un bord en vis-à-vis d'une extrémité d'un tube d'échange thermique conformé selon un motif définissant une succession d'arches, et au moins une languette est formée par le prolongement d'un pied d'arche en direction de l'extrémité du tube d'échange thermique ;
- chaque tube d'échange thermique présente au moins une encoche au moins au niveau de ses extrémités, et la première languette et la deuxième languette présentent respectivement :
  - une terminaison apte à être agencée dans l'encoche au niveau de l'extrémité en vis-à-vis du tube d'échange thermique,
  - la terminaison de chaque languette s'étendant depuis la base de la languette vers l'extrémité du tube d'échange thermique et présentant une plus faible épaisseur que la base de la languette ;
- l'encoche est réalisée sur toute la longueur du tube d'échange thermique ;
- la terminaison de la languette présente une épaisseur sensiblement égale à la moitié de l'épaisseur de la base de la languette, par exemple de l'ordre de 0.5mm ;
- le fluide est un fluide réfrigérant destiné à circuler à haute pression, notamment supérieure à 100bars, tel que du CO<sub>2</sub> ;
- l'échangeur thermique permet un échange thermique entre un premier fluide apte à circuler dans les canaux de circulation des tubes d'échange thermique et un deuxième fluide apte à circuler entre les tubes d'échange thermique, configuré pour la circulation en au moins deux passes du premier fluide et du deuxième fluide.

30

Selon un autre aspect de l'invention, l'échangeur thermique comprend un empilement alterné de premiers cadres de réception des tubes d'échange thermique définissant les canaux de circulation pour le premier fluide et de deuxièmes cadres définissant des canaux de circulation pour le deuxième fluide.

5 L'échangeur thermique comprend ainsi un empilement d'éléments simples, à savoir des cadres et des tubes d'échange thermique dans lesquels circule le premier fluide, tel qu'un fluide réfrigérant, insérés dans les premiers cadres et entre lesquels circule le deuxième fluide tel que du liquide de refroidissement.

10 Les cadres superposés permettent de créer le chemin d'écoulement du premier fluide réfrigérant, lorsque les cadres sont assemblés par exemple par brasage, et de même, les cadres superposés permettent de créer le trajet d'écoulement de liquide de refroidissement notamment sur deux côtés opposés du faisceau d'échange thermique.

Une telle architecture permet une réalisation plus simple de l'échangeur thermique dans son ensemble.

15 Enfin, un tel échangeur thermique présente une meilleure tenue mécanique par rapport aux solutions de l'art antérieur et une très bonne résistance aux hautes pressions, notamment dues à la circulation de CO<sub>2</sub> comme gaz réfrigérant.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante, donnée à titre d'exemple illustratif et non  
20 limitatif, et des dessins annexés parmi lesquels :

- la figure 1 est une vue en perspective d'un échangeur thermique selon l'invention,
- la figure 2a représente de façon schématique un premier cadre du faisceau d'échange thermique recevant un tube d'échange thermique pour une circulation  
25 en deux passes d'un premier fluide,
- la figure 2b est une vue en coupe selon l'axe I-I de la figure 2a,
- la figure 2c est une vue de côté de l'extrémité du tube d'échange thermique de la figure 2a,
- la figure 3a représente de façon schématique une variante d'un premier cadre du  
30 faisceau d'échange thermique recevant un tube d'échange thermique pour une

-7-

circulation en deux passes du premier fluide,

- la figure 3b est une vue en coupe selon l'axe II-II de la figure 3a, et
- la figure 3c est une vue de côté de l'extrémité du tube d'échange thermique de la figure 3a.

5 Sur ces figures, les éléments sensiblement identiques portent les mêmes références.

Les réalisations suivantes sont des exemples. Bien que la description se réfère à un ou plusieurs modes de réalisation, ceci ne signifie pas nécessairement que chaque référence concerne le même mode de réalisation, ou que les caractéristiques  
10 s'appliquent seulement à un seul mode de réalisation. De simples caractéristiques de différents modes de réalisation peuvent également être combinées pour fournir d'autres réalisations.

Dans la présente, les termes supérieur et inférieur, ou haut et bas, ou encore vertical et horizontal, sont désignés en référence à la disposition des éléments sur les  
15 figures. Cette disposition correspond à la disposition inversée des éléments à l'état monté dans un véhicule automobile notamment.

### **Échangeur thermique**

En référence à la figure 1, l'invention concerne un échangeur thermique 1  
20 notamment pour véhicule automobile, pour un échange thermique entre au moins un premier fluide et un deuxième fluide.

Le premier fluide peut entrer dans l'échangeur thermique 1 sous forme gazeuse et le deuxième fluide sous forme liquide.

Il s'agit en particulier d'un échangeur thermique assemblé par brasage. Pour ce  
25 faire, l'échangeur thermique 1 présente au moins partiellement, c'est-à-dire sur au moins certains éléments ou certaines pièces, un revêtement destiné à fondre pour assurer la jonction d'éléments de l'échangeur thermique lors de l'assemblage par brasage.

Le revêtement est couramment désigné par « clad » dans le domaine du brasage de pièces métalliques, notamment en aluminium.

30 En particulier, le revêtement est ajouté sur l'âme des pièces, lors de la

fabrication, par exemple par laminage à froid. Il peut s'agir à titre d'exemple non limitatif d'un revêtement comprenant de l'aluminium et du silicium.

L'échangeur thermique 1 selon l'invention est en particulier adapté pour la circulation d'au moins un fluide ayant une haute pression de fonctionnement,  
5 notamment supérieure à 100bars.

Par exemple le premier fluide est un fluide réfrigérant destiné à circuler à haute pression tel que du CO<sub>2</sub>, aussi désigné par R744 selon la nomenclature industrielle.

L'échangeur thermique 1 peut notamment être un refroidisseur de gaz dans lequel le fluide réfrigérant tel que du CO<sub>2</sub> est refroidi par un deuxième fluide par  
10 exemple sous forme liquide, tel que du liquide de refroidissement comprenant un mélange d'eau glycolée.

Le deuxième fluide tel que le liquide de refroidissement peut aussi être refroidi par le premier fluide tel que du CO<sub>2</sub>, un tel échangeur thermique est alors couramment désigné par « Water chiller » en anglais.

15 L'échangeur thermique 1 comprend un faisceau d'échange thermique 3 permettant l'échange thermique entre le premier fluide et le deuxième fluide. Dans l'exemple illustré, le faisceau d'échange thermique 3 présente une forme générale sensiblement parallélépipédique.

La circulation des premier et deuxième fluides se fait avantageusement à contre-  
20 courant dans le faisceau d'échange thermique 3.

L'introduction et l'évacuation du premier fluide dans le faisceau d'échange thermique 3 ou hors du faisceau d'échange thermique 3 est schématisé à titre d'exemple par les flèches F1<sub>I</sub> pour l'introduction et F1<sub>O</sub> pour l'évacuation.

De même, l'introduction du deuxième fluide dans le faisceau d'échange  
25 thermique 3 et l'évacuation du deuxième fluide hors du faisceau d'échange thermique 3 est schématisé à titre d'exemple par les flèches F2<sub>I</sub> pour l'introduction et F2<sub>O</sub> pour l'évacuation.

Enfin, l'échangeur thermique 1, et plus précisément le faisceau d'échange thermique 3, peut être configuré pour une circulation en au moins deux passes de l'un  
30 des deux fluides, notamment du premier fluide tel que cela sera décrit plus en détail par

la suite, voire des deux fluides.

Un exemple de circulation des deux fluides à contre-courant et en deux passes est illustré de façon schématique par les flèches F1 et F2 sur la figure 1.

Plus précisément, le faisceau d'échange thermique 3 comprend une pluralité de  
5 tubes d'échange thermique 5 (voir figures 2a à 3c) empilés de manière à définir  
alternativement des premiers canaux de circulation 7 pour le premier fluide dans les  
tubes d'échange thermique 5 et des deuxièmes canaux de circulation (non visibles sur  
les figures) pour le deuxième fluide entre les tubes d'échange thermique 5.

Les tubes d'échange thermique 5 sont de façon préférée réalisés par extrusion.

10 Les tubes d'échange thermique 5 peuvent être réalisés sous forme de tubes plats,  
avantageux en termes d'encombrement.

Les tubes plats 5 présentent une forme générale sensiblement rectangulaire, avec  
une longueur par exemple de l'ordre de 32mm et une épaisseur de l'ordre du millimètre.  
L'épaisseur est ici considérée dans le sens de la hauteur du faisceau d'échange  
15 thermique 3, on peut parler également de la hauteur des tubes d'échange thermique 5.  
Autrement dit, il s'agit de l'épaisseur dans la direction d'empilement des tubes  
d'échange thermique 5.

Chaque tube d'échange thermique 5 définit un nombre prédéterminé de premiers  
canaux de circulation 7 pour le premier fluide, en particulier de micro-canaux de  
20 circulation 7 pour le premier fluide.

Les premiers canaux ou micro-canaux 7 s'étendent ici sensiblement  
longitudinalement, selon une forme sensiblement en « I » ou rectiligne.

Les premiers canaux ou micro-canaux de circulation 7 pour le premier fluide  
permettant l'écoulement du premier fluide s'étendent respectivement selon une  
25 direction parallèle à la direction longitudinale des tubes d'échange thermique 5.

Le premier fluide peut suivre une circulation en une passe dite circulation en  
« I » mais aussi une circulation en deux passes dite circulation « U » comme cela sera  
décrit par la suite.

De même, les deuxièmes canaux (non visibles) de circulation pour le deuxième  
30 fluide peuvent être conformés pour permettre une circulation en une passe dite

circulation en « I » mais aussi une circulation en deux passes dite circulation en « U ».

Des turbulateurs (non représentés sur les figures) de l'écoulement du deuxième fluide sont avantageusement agencés dans les deuxièmes canaux de circulation, améliorant ainsi l'échange thermique entre les deux fluides

5 Des intercalaires sont avantageusement disposés entre les tubes d'échange thermique 5, et définissent le pas entre les tubes d'échange thermique 5.

Selon un exemple de réalisation illustré sur la figure 1, le faisceau d'échange thermique 3 comprend un empilement alterné de premiers cadres 13 et de deuxièmes cadres 15. Au moins certains deuxièmes cadres 15 forment les intercalaires.

10 L'empilement se fait ici sensiblement verticalement.

Chaque premier cadre 13 est apte à recevoir au moins un tube d'échange thermique 5 et cet ensemble forme un étage du faisceau d'échange thermique 3.

On peut désigner les premiers cadres 13 par cadres-tubes ou encore par cadres 13 de réception des tubes d'échange thermique 5.

15 Chaque deuxième cadre 15 peut recevoir des turbulateurs (non illustrés) et cet ensemble forme un autre étage du faisceau d'échange thermique 3.

Ces deux ensembles ou étages sont répétés autant de fois que nécessaire suivant l'espace disponible et la performance à atteindre. Les premiers cadres 13 sont décrits plus en détail par la suite.

20 À titre d'exemple, des plaques de fermetures 17, 18 (voir figure 1), en particulier au moins une plaque de fermeture 17 inférieure et au moins une plaque de fermeture 18 supérieure, peuvent être agencées de part et d'autre de l'empilement des premiers cadres 13 et des deuxièmes cadres 15, de manière à fermer le faisceau d'échange thermique 3. Les plaques de fermeture 17, 18 présentent avantageusement une forme complémentaire  
25 de la forme des premiers cadres 13 et des deuxièmes cadres 15.

En se référant à la figure 1, l'échangeur thermique 1 comprend de plus au moins une boîte collectrice 19 du premier fluide agencée en communication fluidique avec les premiers canaux de circulation 7.

La boîte collectrice 19 est selon l'exemple illustré agencée sur une plaque de  
30 fermeture supérieure 18 disposée en haut du faisceau d'échange thermique 3.

L'échangeur thermique 1 comprend en outre au moins deux tubulures 21 d'entrée et de sortie de fluide permettant l'introduction et l'évacuation du deuxième fluide. Dans cet exemple, les deux tubulures 21 sont agencées sur la même plaque de fermeture supérieure 18 que la boîte collectrice 19 pour le premier fluide.

5 Bien entendu, selon une variante non illustrée, on peut prévoir d'agencer les deux tubulures 21 sur la plaque inférieure 17.

Selon encore une autre variante non illustrée, on peut prévoir d'agencer séparément les tubulures 21 avec une tubulure 21 sur la plaque supérieure 18 et l'autre tubulure 21 sur la plaque inférieure 17.

10 En particulier, la boîte collectrice 19 peut être agencée d'un côté du faisceau d'échange thermique 3 et les tubulures 21 peuvent être agencées de l'autre côté du faisceau d'échange thermique 3, permettant ainsi une circulation à contre-courant des deux fluides. Selon la disposition illustrée sur la figure 1, la boîte collectrice 19 est agencée à gauche tandis que les tubulures 21 sont agencées à droite.

15

#### Premiers cadres dits cadres-tubes

En référence aux figures 2a à 3c, on décrit maintenant plus en détail les premiers cadres 13 de réception des tubes d'échange thermique 5.

20 Les premiers cadres 13 peuvent être au moins partiellement réalisés en aluminium.

Les premiers cadres 13 présentent :

- deux bords opposés 13A, 13B s'étendant de façon perpendiculaire à la direction des premiers canaux de circulation 7 du premier fluide, autrement dit ici perpendiculairement à la direction longitudinale des tubes d'échange thermique 5,
- 25 et
- deux autres bords opposés 13C, 13D s'étendant parallèlement à la direction des premiers canaux de circulation 7 du premier fluide, autrement dit ici parallèlement à la direction longitudinale des tubes d'échange thermique 5.

30 On peut aussi définir les premiers cadres 13 par rapport à la direction générale d'écoulement du premier fluide, à savoir que les premiers cadres 13 présentent :

-12-

- deux bords opposés 13A, 13B s'étendant perpendiculairement à la direction générale d'écoulement du premier fluide, et
- deux autres bords opposés 13C, 13D s'étendant parallèlement à la direction générale d'écoulement du premier fluide.

5           La direction générale d'écoulement du premier fluide s'entend ici de la direction de chaque passe du premier fluide, notamment de la direction des branches du « U » dans le cas d'une circulation en deux passes du premier fluide dite circulation en « U ».

          Dans les exemples illustrés, les premiers cadres 13 sont de forme générale sensiblement rectangulaire et présentent deux bords longitudinaux 13C, 13D, formant  
10 des grands côtés, s'étendant de façon sensiblement parallèle à la direction générale d'écoulement du premier fluide et deux bords latéraux 13A, 13B, formant des petits côtés, s'étendant dans le sens de la largeur, de façon sensiblement perpendiculaire à la direction d'écoulement du premier fluide.

          Toutefois, selon d'autres modes de réalisation, on pourrait prévoir des premiers  
15 cadres présentant une forme générale qui ne soit pas rectangulaire, par exemple elliptique, ou en forme de losange.

          L'axe longitudinal des premiers cadres 13 et des tubes d'échange thermique 5 est ici confondu.

          Ces premiers cadres 13 présentent une même épaisseur que les tubes d'échange  
20 thermique 5 qu'ils reçoivent, notamment de l'ordre de quelques millimètres, par exemple de l'ordre de 1mm.

          Comme précédemment, l'épaisseur est considérée dans le sens de la hauteur du faisceau d'échange thermique 3, on peut parler également de la hauteur des premiers cadres 13.

25           Autrement dit, il s'agit de l'épaisseur dans la direction d'empilement des cadres 13, 15. Ainsi, les tubes d'échange thermique 5 peuvent être maintenus dans les premiers cadres 13 respectifs avant superposition des différents cadres 13, 15.

          En référence aux figures 2a à 2c, on décrit un premier mode de réalisation.

          La figure 2a montre un premier cadre 13 apte à recevoir un seul tube d'échange  
30 thermique 5 permettant une circulation en au moins deux passes du premier fluide. À

cet effet, chaque premier cadre 13 présente un logement pour recevoir un tube d'échange thermique 5 associé.

Afin de permettre l'écoulement du premier fluide dans le faisceau d'échange thermique 3, les premiers cadres 13 comprennent des moyens de mise en communication fluidique 131, mieux visible sur la figure 2a, des premiers canaux de circulation 7 (voir figure 2c) des tubes d'échange thermique 5 avec la boîte collectrice 19 (voir figure 1).

Les moyens de mise en communication fluidique 131 prévus sur les premiers cadres permettent de collecter le premier fluide et de le distribuer dans les tubes d'échange thermique 5 maintenus dans ces premiers cadres 13.

Il n'est plus nécessaire de prévoir les collecteurs de chaque côté des tubes comme dans les solutions connues.

En référence aux figures 1 et 2a, les moyens de mise en communication fluidique 131 de chaque premier cadre 13 sont donc agencés en communication fluidique avec les moyens de mise en communication fluidique 131 des autres premiers cadres 13 du faisceau d'échange thermique 3 et avec la boîte collectrice 19.

Selon l'exemple illustré, les premiers cadres 13 présentent respectivement un nombre prédéfini d'évidements 131 formant les moyens de mise en communication fluidique, dans lesquels les extrémités, notamment les extrémités longitudinales, des tubes d'échange thermique 5 débouchent.

Bien entendu, le nombre d'évidements 131 est adapté en fonction du nombre de premiers canaux de circulation 7 des tubes d'échange thermique 5 (voir figures 2a et 2c).

Ces évidements 131 sont ici prévus sur deux bords opposés 13A, 13B (figure 2a) des premiers cadres 13 qui sont en regard des extrémités des tubes d'échange thermique 5. Il s'agit ici des bords latéraux 13A, 13B des premiers cadres 13.

Les premiers cadres 13 sont agencés de sorte que leurs évidements 131 soient en communication fluidique avec les évidements 131 des autres premiers cadres 13. Ici, les évidements 131 des premiers cadres 13 sont alignés dans le sens de la hauteur du faisceau d'échange thermique 3.

En outre, sur un côté des premiers cadres 13, les évidements 131 sont alignés avec la boîte collectrice 19 (figure 1).

Avantageusement, tel qu'illustré sur la figure 2a, au moins un bord latéral 13A, 13B d'un premier cadre de réception 13, agencé en vis-à-vis d'une extrémité d'un tube d'échange thermique 5, est conformé selon un motif définissant une succession d'arches.

Les arches sont avantageusement disposées sur toute la largeur du bord latéral 13A, 13B qui est en regard de l'extrémité d'un tube d'échange thermique 5.

Autrement dit, les arches sont prévues sur une largeur sensiblement égale à la largeur du tube d'échange thermique 5 reçu dans le premier cadre 13.

On entend par arche l'ensemble formé par une voûte d'arche 132 reliant deux pieds d'arche 133. Dans cette succession d'arches, deux voûtes d'arche 132 adjacentes sont reliées par un pied d'arche 133 commun.

Selon l'exemple illustré, un évidement 131 est délimité par une arche, autrement dit chaque évidement 131 est réalisé entre deux pieds d'arche 133 adjacents et est délimité par ces deux pieds d'arche 133 et la voûte d'arche 132 les reliant.

Lorsqu'un tube d'échange thermique 5 est agencé dans le logement d'un premier cadre 13, l'espace restant entre une extrémité du tube d'échange thermique 5 et une voûte d'arche 132 permet de définir une ouverture traversante de mise en communication fluidique.

À titre d'exemple non limitatif, le diamètre d'une ouverture traversante est de l'ordre de 0.5mm.

En outre, chaque premier cadre 13 comprend avantageusement au moins une zone d'absorption de contraintes sur au moins un bord latéral 13A, 13B en vis-à-vis d'une extrémité d'un tube d'échange thermique 5.

Une telle zone d'absorption de contraintes est apte à résister aux contraintes mécaniques, notamment dues à la pression.

Les zones d'absorption de contraintes peuvent être réalisées par un nombre prédéterminé de jambes d'absorption de contraintes formées sur au moins un bord latéral 13A, 13B d'un premier cadre 13 en vis-à-vis d'une extrémité d'un tube

d'échange thermique 5.

Ces jambes d'absorption de contraintes s'étendent en direction de l'extrémité du tube d'échange thermique 5. Dans l'exemple illustré, les pieds d'arches 133 assurent cette fonction de jambes d'absorption de contraintes.

5 Les arches sont donc dimensionnées en prenant en compte la tenue mécanique du premier cadre 13 et l'écoulement du premier fluide à travers les évidements 131 définis par les arches.

De plus, dans le cas d'un échangeur thermique 1 assemblé par brasage, les pieds d'arches 133 permettent encore de définir des zones de brasage avec les deuxièmes  
10 cadres 15 comme cela sera décrit par la suite.

Par ailleurs, afin de permettre l'écoulement du deuxième fluide dans le faisceau d'échange thermique 3, les premiers cadres 13 présentent également des guides 134 pour le passage du deuxième fluide.

Selon l'exemple illustré, les premiers cadres 13 sont respectivement conformés  
15 avec au moins une anse 134 qui lorsqu'un tube d'échange thermique 5 est agencé dans le premier cadre 13 permet de définir une ouverture traversante de passage permettant l'écoulement du deuxième fluide.

À titre illustratif, sur les figures on a représenté différents modes de réalisation des anses 134, en particulier la figure 1 illustre un premier exemple de réalisation des  
20 anses 134 de forme sensiblement arrondie, tandis que la figure 2a illustre un deuxième exemple de réalisation des anses 134 dont le contour est de forme plus rectiligne.

Bien entendu, toute autre forme des anses 134 peut être envisagée.

Les anses 134 permettent de définir les guides pour le passage du deuxième fluide. À titre d'exemple, cette ouverture traversante présente un diamètre de l'ordre de  
25 2mm.

Le ratio entre le diamètre d'une ouverture de passage du deuxième fluide et le diamètre d'une ouverture traversante 131 de mise en communication fluide permettant l'écoulement du premier fluide est dans cet exemple de l'ordre de 4.

Les anses 134 de chaque premier cadre 13 sont agencées dans l'alignement des  
30 anses 134 des autres premiers cadres 13 du faisceau d'échange thermique 3 de manière

à permettre l'écoulement du deuxième fluide à travers le faisceau 3.

Comme dit précédemment, chaque premier cadre 13 est apte à recevoir un seul tube d'échange thermique 5 permettant une circulation en deux passes du premier fluide. La circulation en au moins deux passes avec un seul tube d'échange thermique 5  
5 permet de limiter le nombre de pièces à réaliser et à assembler, tout en permettant une bonne résistance à la pression.

À cet effet, comme cela est mieux visible sur la figure 2c, chaque tube d'échange thermique 5 définit au moins deux groupes 70, 72 de canaux ou micro-canaux de circulation 7 de fluide communiquant entre eux à une extrémité 50 du tube d'échange  
10 thermique 5, ici une extrémité longitudinale, et ne communiquant pas entre eux à l'autre extrémité opposée 52.

Dans ce cas, le faisceau d'échange thermique 3 présente au moins une zone de retournement du premier fluide, c'est-à-dire permettant au premier fluide ayant circulé à travers un groupe 70 de canaux de circulation 7 de circuler vers un autre groupe 72, au  
15 niveau de l'extrémité 50 du tube d'échange thermique 5.

Bien entendu, on peut prévoir que chaque tube d'échange thermique 5 soit conformé pour définir plus de deux groupes 70, 72 de canaux de circulation 7 communiquant deux à deux à une extrémité, de manière à permettre une circulation du premier fluide en plus de deux passes.

20 Afin d'empêcher la communication fluide entre les deux groupes 70, 72 de premiers canaux de circulation 7, à l'autre extrémité 52 du tube d'échange thermique 5, le faisceau d'échange thermique 3 comprend en outre au moins un moyen de blocage du passage du premier fluide.

Selon ce premier mode de réalisation illustré sur les figures 2a à 2c, le moyen de  
25 blocage du passage de fluide est réalisé par coopération de forme entre un premier cadre 13 et le tube d'échange thermique 5 reçu dans ce premier cadre 13, plus précisément entre un bord latéral 13B du premier cadre 13 et l'extrémité 52 en vis-à-vis du tube d'échange thermique 5.

Dans cet exemple, le moyen de blocage comporte au moins une languette 136  
30 formée sur un bord latéral 13B d'un premier cadre 13 en s'étendant en direction de

l'extrémité 52 du tube d'échange thermique 5 en vis-à-vis. La languette 136 s'étend ici longitudinalement vers l'extrémité 52 en vis-à-vis du tube d'échange thermique 5. Cette languette 136 est par exemple prévue sensiblement au milieu du bord latéral 13B du premier cadre 13.

5 Comme cela est mieux visible sur la figure 2b, la languette 136 présente une base 136a venue de matière avec le bord 13B du premier cadre 13.

Plus précisément, dans cet exemple la languette 136 est formée par le prolongement d'un pied d'arche 133 en direction de l'extrémité 52 du tube d'échange thermique 5. Dans ce cas, la base 136a de la languette 136 prolonge un pied d'arche  
10 133. En outre, la base 136a de la languette 136 présente une épaisseur sensiblement égale à l'épaisseur du tube d'échange thermique 5 en vis-à-vis, plus précisément de l'extrémité 52 du tube d'échange thermique 5.

La base 136a de la languette 136 vient en appui contre l'extrémité 52 du tube d'échange thermique 5 en vis-à-vis entre les deux groupes 70, 72 de premiers canaux de  
15 circulation 7, bloquant ainsi le passage du premier fluide d'un groupe 70 de canaux de circulation 7 à un autre groupe 72 de canaux de circulation 7.

La languette 136 présente en outre une terminaison 136b dans le prolongement de la base 136a et de plus faible épaisseur que la base 136a.

L'épaisseur de la terminaison 136b de la languette 136 est par exemple réduite  
20 de moitié par rapport à l'épaisseur du premier cadre 13, et peut dans cet exemple être de l'ordre de 0.5mm.

La terminaison 136b de la languette 136 s'étend donc depuis la base 136a de la languette 136 vers l'extrémité 52 du tube d'échange thermique 5.

En particulier, selon le premier mode de réalisation illustré sur les figures 2a et  
25 2b, la terminaison 136b s'étend sensiblement depuis le centre de la base 136a.

Le tube d'échange thermique 5 comporte quant à lui un orifice d'assemblage 54 à son extrémité 52 en vis-à-vis du bord latéral 13B d'un premier cadre 13 présentant la languette 136. L'orifice d'assemblage 54 est agencé de sorte que la terminaison 136b de la languette 136 puisse s'insérer dans l'orifice d'assemblage 54.

30 Pour ce faire, l'orifice d'assemblage 54 présente une section transversale

complémentaire de la terminaison 136b.

L'orifice 54 correspond par exemple à un orifice d'entrée ou de sortie d'un canal réalisé sur toute la longueur du tube d'échange thermique 5.

5 Ainsi à l'assemblage, on insère un tube d'échange thermique 5 dans un premier cadre de réception 13 puis on réalise une translation du tube d'échange thermique 5 de sorte que le tube d'échange thermique vienne s'emmancher sur la languette 136.

Ceci a pour effet de permettre le maintien d'un tube d'échange thermique 5 dans le premier cadre de réception 13, notamment avant sertissage.

10 La terminaison 136b de la languette 136, en coopérant avec l'orifice d'assemblage 54, fait donc office d'élément de maintien du tube d'échange thermique 5 dans le premier cadre de réception 13.

L'orifice 54 est ici réalisé plus grand que les premiers canaux ou micro-canaux de circulation 7 pour le premier fluide, comme on le voit mieux sur la figure 2c, facilitant ainsi l'emmanchement du tube d'échange thermique 5 sur la languette 136.

15 La figure 3a montre un premier cadre 13 selon un deuxième mode de réalisation. La description du premier mode de réalisation en référence aux figures 2a à 2c, s'applique aux composants identiques, seules les différences sont maintenant décrites.

20 Le deuxième mode de réalisation illustré sur la figure 3a diffère du premier mode de réalisation en ce que chaque premier cadre 13 comprend, non plus uniquement une languette 136 en regard de l'extrémité 52 du tube d'échange thermique 5 où le passage du premier fluide d'un groupe 70 de canaux à un autre groupe 72 est interdit, mais deux languettes 137, 138.

À savoir, chaque premier cadre 13 comprend :

- 25 - une première languette 137 agencée sur le bord latéral 13A en vis-à-vis de l'extrémité 50 du tube d'échange thermique 5 avec une communication fluide entre les deux groupes 70, 72 de canaux de circulation 7, et
- une deuxième languette 138 agencée sur le bord latéral opposé 13B en vis-à-vis de l'extrémité 52 opposée du tube d'échange thermique 5 sans communication fluide entre les deux groupes 70, 72 de canaux de circulation 7.

30 Selon ce deuxième mode de réalisation illustré, seule la deuxième languette 138

forme le moyen de blocage du passage de fluide entre les deux groupes 70, 72 de canaux de circulation 7.

De façon similaire à la languette 136 du premier mode de réalisation, chaque languette 137, respectivement 138, peut être formée sur un bord latéral 13A, 5 respectivement 13B, d'un premier cadre 13 en s'étendant en direction de l'extrémité 50, respectivement 52, du tube d'échange thermique 5 en vis-à-vis.

La première languette 137 s'étend ici longitudinalement vers l'extrémité 50 en vis-à-vis du tube d'échange thermique 5. De même, la deuxième languette 138 s'étend ici longitudinalement vers l'extrémité 52 en vis-à-vis du tube d'échange thermique 5.

10 Les deux languettes 137 et 138 peuvent être prévues sensiblement au milieu du bord latéral 13A, 13B respectif du premier cadre 13.

Les deux languettes 137 et 138 sont agencées dans cet exemple de façon symétrique l'une par rapport à l'autre.

Comme cela est mieux visible sur la figure 3b, la première languette 137 15 présente une base 137a venue de matière avec le bord latéral 13A du premier cadre 13. Plus précisément, dans cet exemple la première languette 137 est formée par le prolongement d'un pied d'arche 133 en direction de l'extrémité 50 du tube d'échange thermique 5. Dans ce cas, la base 137a prolonge un pied d'arche 133.

La base 137a de la première languette 137 peut présenter une épaisseur 20 sensiblement égale à l'épaisseur du tube d'échange thermique 5 en vis-à-vis, plus précisément de l'extrémité 50 du tube d'échange thermique 5.

En outre, la base 137a de la première languette 137 est agencée en retrait par rapport à l'extrémité 50 du tube d'échange thermique, de sorte que le premier fluide peut circuler dans l'espace entre la base 137a de la première languette 137 et l'extrémité 25 50 du tube d'échange thermique 5 en vis-à-vis.

La première languette 137 présente en outre une terminaison 137b dans le prolongement de la base 137a et de plus faible épaisseur que la base 137a.

La terminaison 137b s'étend donc depuis la base 137a vers l'extrémité 50 du tube d'échange thermique 5 en vis-à-vis.

30 La terminaison 137b de la première languette 137 s'étend ici sensiblement

depuis le bord de la base 137a et non depuis le centre comme la terminaison 136b de la languette 136 du premier mode de réalisation.

Comme on le remarque sur la coupe transversale de la figure 3b, la languette 137 présente une forme générale d'un sabot.

5 En ce qui concerne la deuxième languette 138, elle présente une base 138a venue de matière avec le bord 13B du premier cadre 13.

Plus précisément, dans cet exemple la deuxième languette 138 est formée par le prolongement d'un pied d'arche 133 en direction de l'extrémité 52 du tube d'échange thermique 5. Dans ce cas, la base 138a prolonge un pied d'arche 133.

10 La base 138a de la deuxième languette 138 peut présenter une épaisseur sensiblement égale à l'épaisseur du tube d'échange thermique 5 en vis-à-vis, plus précisément de l'extrémité 52 du tube d'échange thermique 5. De façon similaire à la languette 136 du premier mode de réalisation, la base 138a de la languette 138 vient en appui contre l'extrémité 52 du tube d'échange thermique 5 en vis-à-vis entre les deux  
15 groupes 70, 72 de premiers canaux de circulation 7, bloquant ainsi le passage du premier fluide d'un groupe 70 de canaux de circulation 7 à un autre groupe 72 de canaux de circulation 7.

La deuxième languette 138 présente en outre une terminaison 138b dans le prolongement de la base 138a et de plus faible épaisseur que la base 138a, qui s'étend  
20 donc depuis la base 138a vers l'extrémité 52 du tube d'échange thermique 5 en vis-à-vis. De façon similaire à la première languette 137, la terminaison 138b de la deuxième languette 138 s'étend dans cet exemple depuis le bord de la base 138a.

Comme on le remarque sur la coupe transversale de la figure 3b, la languette 138 présente aussi une forme générale d'un sabot.

25 Le tube d'échange thermique 5 présente quant à lui une encoche 56 visible sur la figure 3c.

Comme le tube d'échange thermique 5 est de façon préférée réalisé par extrusion, l'encoche 56 peut être réalisée en même temps, dans ce cas l'encoche 56 est réalisée sur toute la longueur du tube d'échange thermique 5.

30 On peut parler également de rainure 56. La terminaison 137b de la première

languette 137 peut être insérée dans l'encoche 56 au niveau de l'extrémité 50 en vis-à-vis du tube d'échange thermique 5, et de même la terminaison 138b de la deuxième languette 138 peut être insérée dans l'encoche 56 au niveau de l'extrémité 52 en vis-à-vis du tube d'échange thermique 5.

5           Ainsi, à l'assemblage, il n'est plus nécessaire de prévoir une étape de translation du tube d'échange thermique 5 après l'insertion de ce dernier dans un premier cadre de réception 13, il suffit alors de positionner le tube d'échange thermique 5 de sorte que les terminaisons 137b et 138b des languettes 137 et 138 du premier cadre de réception 13 soient agencées dans les encoches 56 correspondantes du tube d'échange thermique 5,  
10           pour assurer le maintien du tube d'échange thermique 5, notamment avant sertissage.

Un premier cadre 13 tel que décrit précédemment, selon l'un l'autre des modes de réalisation, peut être réalisé par découpe en emboutissage de façon simple.

#### Deuxièmes cadres

15           En se référant de nouveau à la figure 1, les deuxièmes cadres 15 peuvent être au moins partiellement réalisés en aluminium.

Les deuxièmes cadres 15 sont de forme générale similaire aux premiers cadres 13, ici sensiblement rectangulaire.

20           En particulier, les contours extérieurs des premiers cadres 13 et deuxièmes cadres 15 sont pratiquement identiques de sorte que l'empilement en alternance des premiers cadres 13 et deuxièmes cadres 15 forme un bloc.

De façon similaire aux premiers cadres 13, les deuxièmes cadres 15 peuvent être réalisés par découpe en emboutissage.

25           Une pluralité de deuxièmes cadres 15 dits intercalaires, sont agencés entre deux premiers cadres 13 de réception des tubes d'échange thermique 5, définissant ainsi le pas entre deux étages de tubes d'échange thermique 5.

Les deuxièmes cadres 15 peuvent être conformés pour permettre une circulation en une ou plusieurs passes du deuxième fluide.

30           De façon complémentaire aux premiers cadres de réception 13, les deuxièmes cadres 15 présentent des guides (non visibles sur les figures), par exemple sous forme

d'orifices, pour le passage du premier fluide permettant son écoulement dans l'empilement des premiers cadres de réception 13 et des deuxièmes cadres 15.

Les guides sont agencés dans l'alignement des évidements 131 de mise en communication fluide des premiers cadres de réception 13, délimitées ici par la  
5 succession d'arches.

Les guides, par exemple sous forme d'orifices de passage traversants peuvent donc être agencés sur au moins un bord latéral d'un deuxième cadre 15.

En outre, les deuxièmes cadres 15 présentent respectivement des moyens de mise en communication fluide (non visibles sur les figures), par exemple sous forme  
10 d'ouvertures traversantes de mise en communication fluide, des deuxièmes canaux de circulation entre eux d'une part et avec les tubulures 21 pour le deuxième fluide d'autre part.

Ces moyens de mise en communication fluide (non visibles sur les figures) sont par exemple agencés sur les bords longitudinaux des deuxièmes cadres 15 et  
15 alignés les uns par rapport aux autres dans le sens de la hauteur du faisceau d'échange thermique 3.

Les moyens de mise en communication fluide (non visibles sur les figures) prévus sur les deuxièmes cadres 15 permettent de collecter le deuxième fluide et de le distribuer entre les tubes d'échange thermique.

20 De plus, les moyens de mise en communication fluide (non visibles sur les figures) sont agencés de façon complémentaire à l'agencement des tubulures 21.

Pour ce faire, selon l'exemple illustré sur la figure 1, les deuxièmes cadres 15 présentent des anses 153 qui permettent de délimiter des ouvertures traversantes.

Les anses 153 des deuxièmes cadres 15 sont réalisées de façon similaire aux  
25 anses 134 des premiers cadres 13 et sont alignées avec ces anses 134 qui permettent le passage du deuxième fluide à travers le faisceau d'échange thermique 3.

La forme des anses 153 des deuxièmes cadres 15 est complémentaire de la forme des anses 134 des premiers cadres 13. Bien entendu toute autre forme des anses 153 peut être envisagée.

30 Par ailleurs, préférentiellement, on prévoit de façon complémentaire une

circulation en deux passes, dite en « U », du premier fluide dans un premier cadre de réception 13 et une circulation en deux passes, dite en « U » du deuxième fluide dans un deuxième cadre 15. L'échangeur thermique 1 est alors à double circulation en « U ».

Ainsi, les premiers cadres 13 respectivement conformés pour recevoir un seul  
5 tube d'échange thermique 5 tout en assurant une circulation du premier fluide en au moins deux passes permet de limiter le nombre de pièces de l'échangeur thermique 1 à réaliser et à assembler.

En particulier, le retournement du premier fluide est assuré directement par le premier cadre 13, notamment par la conformation de ses bords latéraux avec des  
10 languettes 136 ou en variante 137, 138, en regard des extrémités des tubes d'échange thermique 5.

À cet effet, le tube d'échange thermique 5 est conformé de façon simple, pour une coopération de forme avec le premier cadre 13, avec notamment un orifice 54, qui correspond avantageusement à un orifice d'un canal central du tube d'échange  
15 thermique 5, ou en variante avec une encoche 56 ou rainure du tube d'échange thermique 5.

**REVENDICATIONS**

1. Échangeur thermique (1), notamment pour véhicule automobile, comprenant un faisceau d'échange thermique (3) avec une pluralité de tubes d'échange thermique (5),  
5 (5),  
caractérisé en ce que le faisceau d'échange thermique (3) comprend :
- une pluralité de cadres (13) de réception des tubes d'échange thermique (5), chaque tube d'échange thermique (5) reçu dans un cadre (13) de réception définissant au moins deux groupes (70, 72) de canaux de circulation de fluide (7)  
10 communiquant entre eux à une extrémité, et en ce que
  - le faisceau d'échange thermique (3) comprend en outre au moins un moyen de blocage (136, 138) du passage de fluide à l'autre extrémité des deux groupes (70, 72) de canaux de circulation de fluide (7) de chaque tube d'échange thermique (5),  
15 de façon à définir une circulation du fluide en au moins deux passes dans les tubes d'échange thermique (5).
2. Échangeur thermique (1) selon la revendication précédente, dans lequel le moyen de blocage comprend au moins un élément de maintien du tube d'échange thermique (5) dans le cadre (13) de réception du tube d'échange thermique (5).  
20 (5) dans le cadre (13) de réception du tube d'échange thermique (5).
3. Échangeur thermique (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le moyen de blocage du passage de fluide est réalisé par coopération de forme entre un cadre (13) de réception d'un tube d'échange thermique (5) et le tube  
25 d'échange thermique (5) reçu dans ledit cadre (13).
4. Échangeur thermique (1) selon la revendication précédente, dans lequel le moyen de blocage comporte au moins une languette (136) :
- formée sur un bord dudit cadre de réception (13) en s'étendant en direction de  
30 l'extrémité du tube d'échange thermique (5) en vis-à-vis, et

- présentant une base (136a) d'épaisseur sensiblement égale à l'épaisseur du tube d'échange thermique (5) en vis-à-vis, la base (136a) de la languette (136) étant agencée en appui contre l'extrémité du tube d'échange thermique (5) en vis-à-vis entre les deux groupes (70, 72) de canaux de circulation (7) du fluide, de manière à bloquer le passage du fluide d'un groupe (70) de canaux de circulation (7) du fluide à un autre (72).
- 5
5. Échangeur thermique (1) selon la revendication 2 prise en combinaison avec la revendication 4, dans lequel :
- chaque tube d'échange thermique (5) comporte un orifice d'assemblage (54) à son extrémité en vis-à-vis du bord dudit cadre (13) présentant la languette (136), et
  - la languette (136) comporte une terminaison (136b) apte à être insérée dans l'orifice d'assemblage (54), la terminaison (136b) de la languette (136) s'étendant depuis la base (136a) de la languette (136) vers l'extrémité du tube d'échange thermique (5) et présentant une plus faible épaisseur que la base (136a) de la languette (136).
- 10
- 15
6. Échangeur thermique (1) selon la revendication 4, dans lequel chaque cadre (13) de réception d'un tube d'échange thermique (5) comprend :
- une première languette (137) agencée sur le bord (13A) dudit cadre (13) en vis-à-vis des extrémités, en communication fluidique, des deux groupes (70, 72) de canaux de circulation (7) du tube d'échange thermique (5), et
  - une deuxième languette (138) agencée sur le bord opposé (13B) dudit cadre (13) en vis-à-vis des extrémités opposées des deux groupes (70, 72) de canaux de circulation (7), et formant le moyen de blocage du passage de fluide entre les deux groupes (70, 72) de canaux de circulation (7).
- 20
- 25
7. Échangeur thermique (1) selon la revendication précédente, dans lequel la première languette (137) présente une base (137b) agencée en retrait par rapport à l'extrémité du tube d'échange thermique (5), de sorte que le fluide peut circuler dans l'espace
- 30

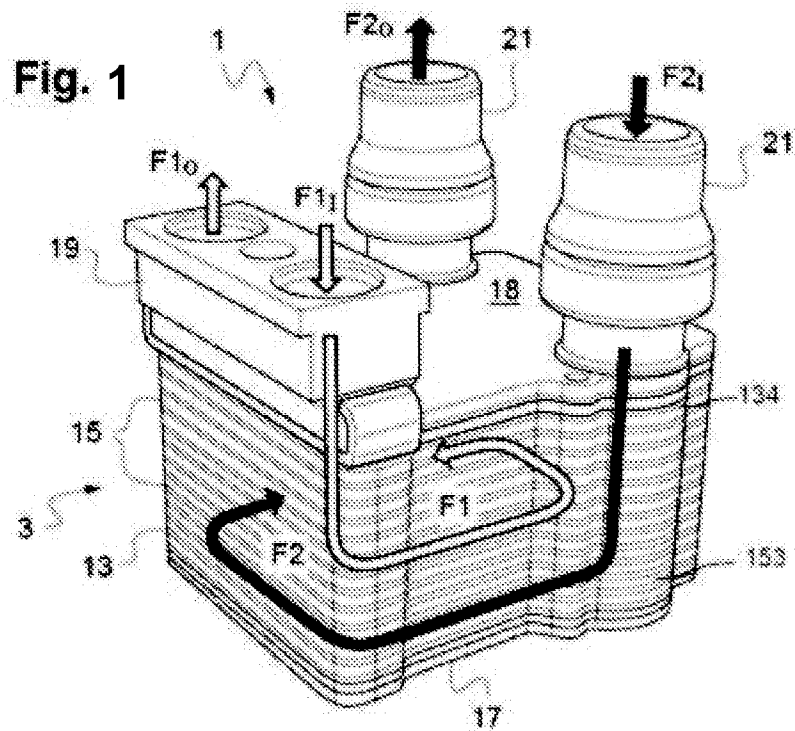
entre la base (137b) de la première languette (137) et l'extrémité du tube d'échange thermique (5).

8. Échangeur thermique (1) selon l'une quelconque des revendications 4 à 7, dans lequel les cadres (13) de réception des tubes d'échange thermique (5) présentent respectivement au moins un bord (13A, 13B) en vis-à-vis d'une extrémité d'un tube d'échange thermique (5) conformé selon un motif définissant une succession d'arches, et dans lequel au moins une languette (136 ; 137, 138) est formée par le prolongement d'un pied d'arche (133) en direction de l'extrémité du tube d'échange thermique (5).
9. Échangeur thermique (1) selon la revendication 2 prise en combinaison avec l'une des revendications 6 ou 7, dans lequel :
- chaque tube d'échange thermique (5) présente au moins une encoche (56) au moins au niveau de ses extrémités, et
  - la première languette (137) et la deuxième languette (138) présentent respectivement :
    - une terminaison (137b, 138b) apte à être agencée dans l'encoche (56) au niveau de l'extrémité en vis-à-vis du tube d'échange thermique (5),
    - la terminaison (137b, 138b) de chaque languette (137, 138) s'étendant depuis la base de la languette (137a, 138a) vers l'extrémité du tube d'échange thermique (5) et présentant une plus faible épaisseur que la base de la languette (137a, 138a).
10. Échangeur thermique (1) selon la revendication précédente, dans lequel la terminaison (136b ; 137b, 138b) de la languette (136 ; 137, 138) présente une épaisseur sensiblement égale à la moitié de l'épaisseur de la base (136a ; 137a, 138a) de la languette (136 ; 137, 138), par exemple de l'ordre de 0.5mm.
11. Échangeur thermique (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes,

-27-

dans lequel le fluide est un fluide réfrigérant destiné à circuler à haute pression, notamment supérieure à 100bars, tel que du CO<sub>2</sub>.

12. Échangeur thermique (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes,  
5 pour un échange thermique entre un premier fluide apte à circuler dans les canaux de circulation (7) des tubes d'échange thermique (5) et un deuxième fluide apte à circuler entre les tubes d'échange thermique (5), configuré pour la circulation en au moins deux passes du premier fluide et du deuxième fluide.
- 10 13. Échangeur thermique (1) selon la revendication précédente, comprenant un empilement alterné :
- ... de premiers cadres (13) de réception des tubes d'échange thermique (5) définissant les canaux de circulation pour le premier fluide et
  - ... de deuxièmes cadres (15) définissant des canaux de circulation pour le deuxième
- 15 fluide.



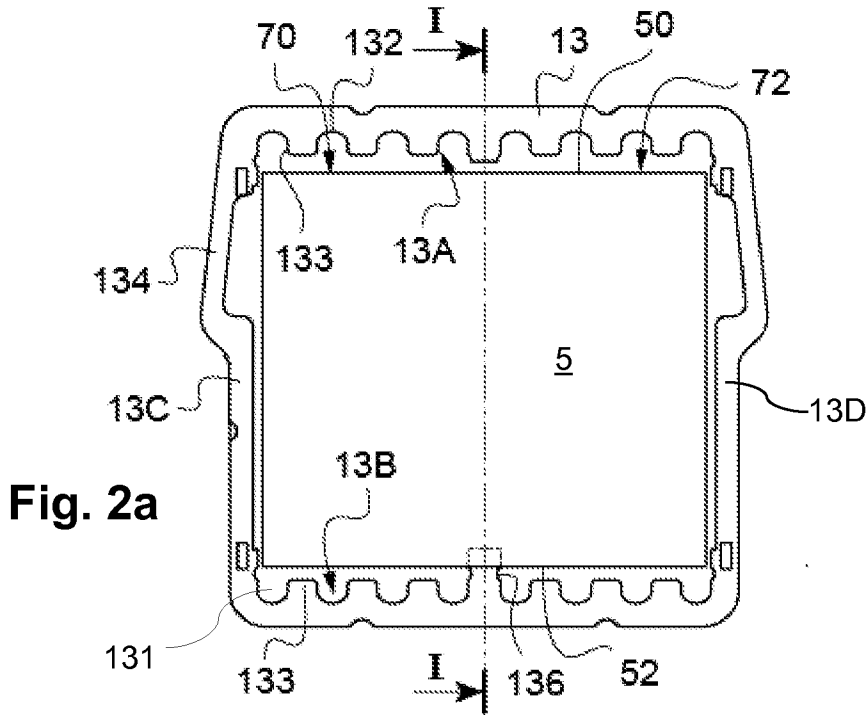


Fig. 2a

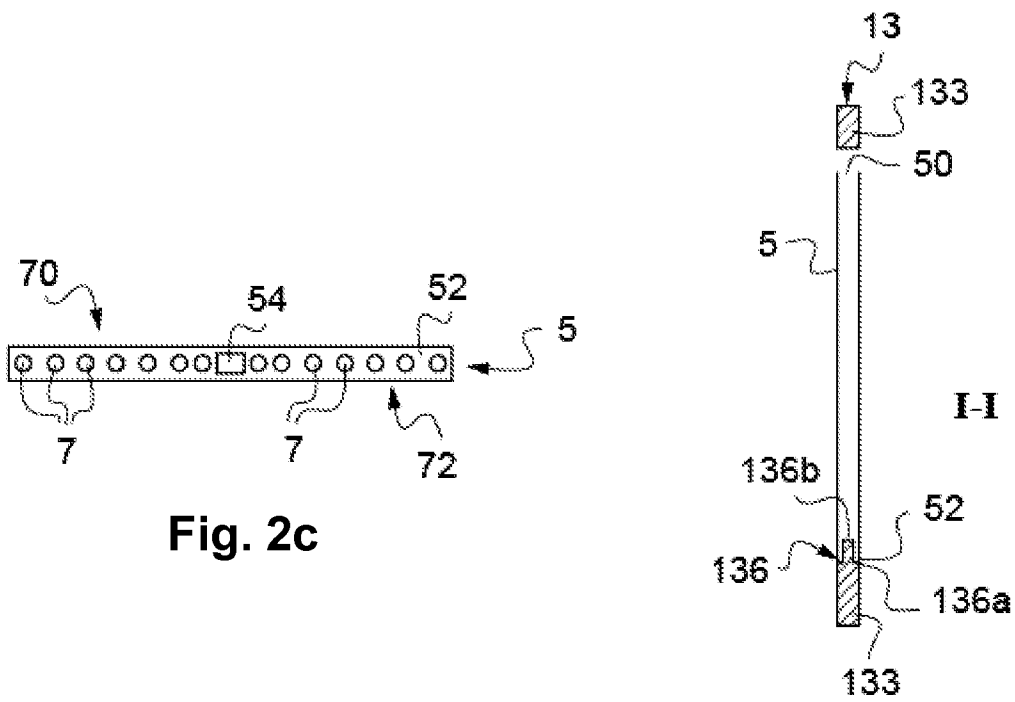


Fig. 2c

I-I Fig. 2b

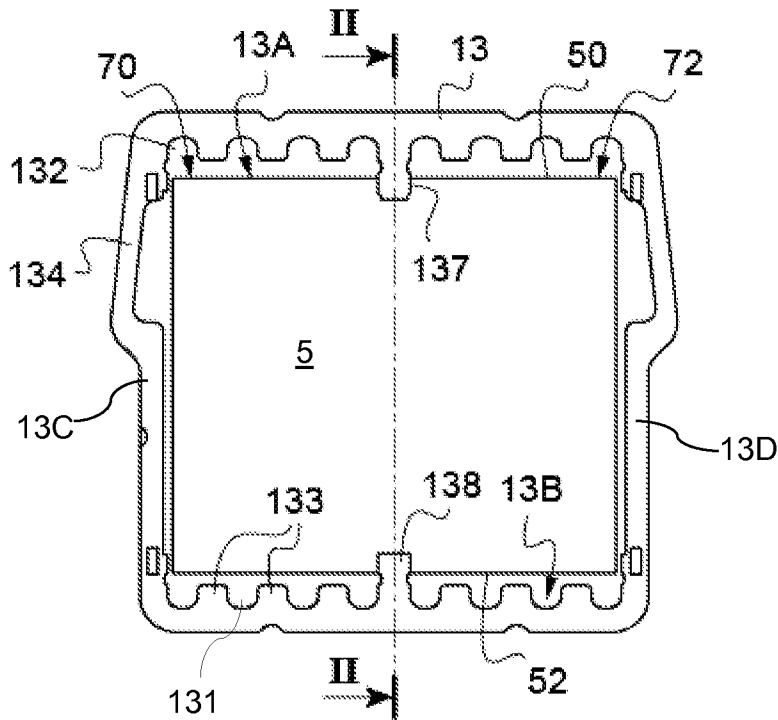


Fig. 3a

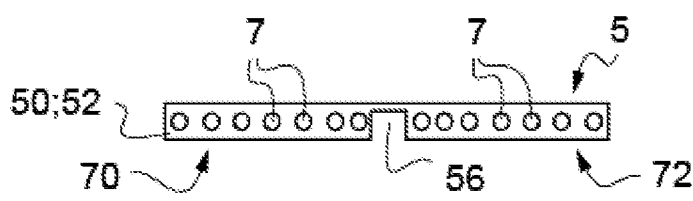


Fig. 3c

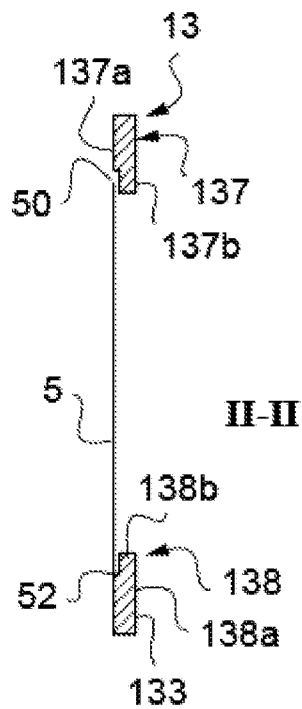
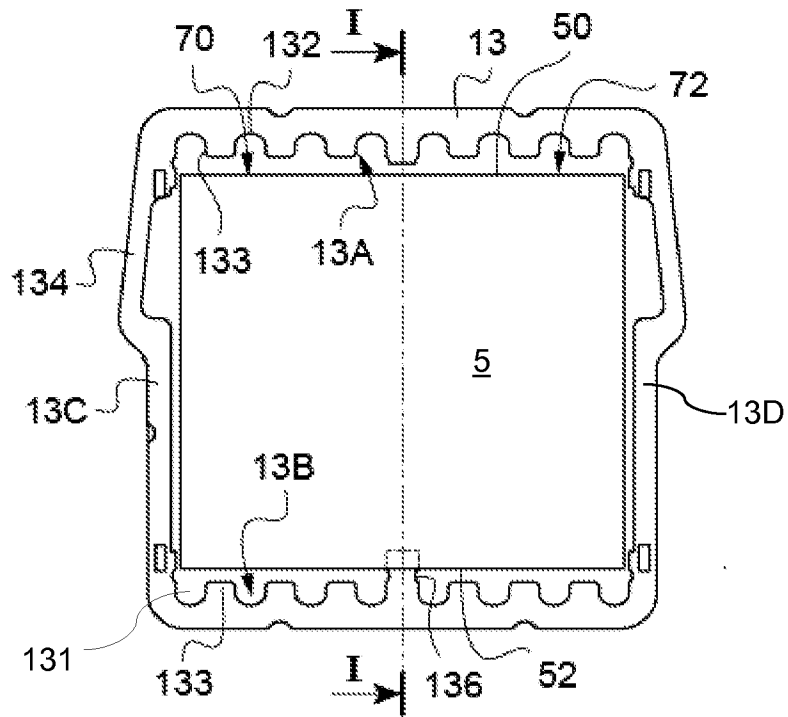


Fig. 3b

# ABREGE



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/FR2016/053490

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 INV. F28F9/02 F28D7/00 F28D7/16 F28D9/00 F28F1/02  
 ADD.  
 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED  
 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 F28F F28D  
 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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 2 852 383 A1 (VALEO THERMIQUE MOTEUR SA [FR]) 17 September 2004 (2004-09-17) abstract; figures 1,2 -----	1-13
X	FR 2 864 215 A1 (VALEO CLIMATISATION [FR]) 24 June 2005 (2005-06-24) figure 5A -----	1-4,9,10
A	FR 2 912 811 A1 (VALEO SYSTEMES THERMIQUES [FR]) 22 August 2008 (2008-08-22) abstract; figure 1 -----	1-13
A	FR 2 986 315 A1 (VALEO SYSTEMES THERMIQUES [FR]) 2 August 2013 (2013-08-02) the whole document -----	1-13
	-/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.  See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search  2 March 2017	Date of mailing of the international search report  14/03/2017
---	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Bain, David
--	---------------------------------------

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/FR2016/053490

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 197 19 256 A1 (VALEO KLIMATECH GMBH & CO KG [DE]) 12 November 1998 (1998-11-12) figure 6a -----	1-13
A	EP 2 463 612 A1 (VALEO SYSTEMES THERMIQUES [FR]) 13 June 2012 (2012-06-13) figure 1 -----	1-13

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2016/053490

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2852383	A1	17-09-2004	NONE
FR 2864215	A1	24-06-2005	FR 2864215 A1 24-06-2005 WO 2005061980 A2 07-07-2005
FR 2912811	A1	22-08-2008	EP 2140218 A1 06-01-2010 FR 2912811 A1 22-08-2008 WO 2008107032 A1 12-09-2008
FR 2986315	A1	02-08-2013	CN 104303002 A 21-01-2015 EP 2810013 A1 10-12-2014 FR 2986315 A1 02-08-2013 JP 5933757 B2 15-06-2016 JP 2015505028 A 16-02-2015 US 2015000869 A1 01-01-2015 WO 2013113684 A1 08-08-2013
DE 19719256	A1	12-11-1998	BR 9804890 A 31-08-1999 CN 1228158 A 08-09-1999 DE 19719256 A1 12-11-1998 EP 0912869 A1 06-05-1999 US 6315037 B1 13-11-2001 WO 9850750 A1 12-11-1998
EP 2463612	A1	13-06-2012	EP 2463612 A1 13-06-2012 FR 2968751 A1 15-06-2012

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°  
PCT/FR2016/053490

<b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b> INV. F28F9/02      F28D7/00      F28D7/16      F28D9/00      F28F1/02 ADD.				
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB				
<b>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</b> Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) F28F F28D				
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				
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>				
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées		
X	FR 2 852 383 A1 (VALEO THERMIQUE MOTEUR SA [FR]) 17 septembre 2004 (2004-09-17) abrégé; figures 1,2 -----	1-13		
X	FR 2 864 215 A1 (VALEO CLIMATISATION [FR]) 24 juin 2005 (2005-06-24) figure 5A -----	1-4,9,10		
A	FR 2 912 811 A1 (VALEO SYSTEMES THERMIQUES [FR]) 22 août 2008 (2008-08-22) abrégé; figure 1 -----	1-13		
A	FR 2 986 315 A1 (VALEO SYSTEMES THERMIQUES [FR]) 2 août 2013 (2013-08-02) le document en entier -----	1-13		
	-/--			
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;"><input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents</td> <td style="width: 50%; border: none;"><input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe</td> </tr> </table>			<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
<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  <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;">2 mars 2017</p>	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale  <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;">14/03/2017</p>			
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  <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;">Bain, David</p>			

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	DE 197 19 256 A1 (VALEO KLIMATECH GMBH & CO KG [DE]) 12 novembre 1998 (1998-11-12) figure 6a	1-13
	-----	
A	EP 2 463 612 A1 (VALEO SYSTEMES THERMIQUES [FR]) 13 juin 2012 (2012-06-13) figure 1	1-13
	-----	

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2016/053490

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2852383	A1	17-09-2004	AUCUN	
FR 2864215	A1	24-06-2005	FR 2864215 A1 WO 2005061980 A2	24-06-2005 07-07-2005
FR 2912811	A1	22-08-2008	EP 2140218 A1 FR 2912811 A1 WO 2008107032 A1	06-01-2010 22-08-2008 12-09-2008
FR 2986315	A1	02-08-2013	CN 104303002 A EP 2810013 A1 FR 2986315 A1 JP 5933757 B2 JP 2015505028 A US 2015000869 A1 WO 2013113684 A1	21-01-2015 10-12-2014 02-08-2013 15-06-2016 16-02-2015 01-01-2015 08-08-2013
DE 19719256	A1	12-11-1998	BR 9804890 A CN 1228158 A DE 19719256 A1 EP 0912869 A1 US 6315037 B1 WO 9850750 A1	31-08-1999 08-09-1999 12-11-1998 06-05-1999 13-11-2001 12-11-1998
EP 2463612	A1	13-06-2012	EP 2463612 A1 FR 2968751 A1	13-06-2012 15-06-2012