

(19)



(11)

**EP 3 394 554 B1**

(12)

**FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention  
de la délivrance du brevet:

**08.04.2020 Bulletin 2020/15**

(51) Int Cl.:

**F28F 9/02** (2006.01)

**F28D 7/00** (2006.01)

**F28D 7/16** (2006.01)

**F28D 9/00** (2006.01)

**F28F 1/02** (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **16829104.5**

(86) Numéro de dépôt international:

**PCT/FR2016/053494**

(22) Date de dépôt: **16.12.2016**

(87) Numéro de publication internationale:

**WO 2017/109347 (29.06.2017 Gazette 2017/26)**

(54) **ÉCHANGEUR THERMIQUE, NOTAMMENT POUR VÉHICULE AUTOMOBILE**

WÄRMETAUSCHER, INSBESONDERE FÜR EIN KRAFTFAHRZEUG

HEAT EXCHANGER, IN PARTICULAR FOR A MOTOR VEHICLE

(84) Etats contractants désignés:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO  
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

• **MOUGNIER, Jérôme**  
**51400 Prosnes (FR)**

(30) Priorité: **21.12.2015 FR 1562890**

(43) Date de publication de la demande:  
**31.10.2018 Bulletin 2018/44**

(74) Mandataire: **Tran, Chi-Hai**

**Valeo Systèmes Thermiques**

**8, rue Louis Lormand**

**CS 80517 La Verrière**

**78322 Le Mesnil Saint Denis Cedex (FR)**

(73) Titulaire: **Valeo Systemes Thermiques**  
**78322 Le Mesnil Saint Denis (FR)**

(56) Documents cités:

**FR-A1- 2 852 383**

**FR-A1- 2 864 215**

**FR-A1- 2 912 811**

**FR-A1- 2 986 315**

(72) Inventeurs:

• **JACOPE, Sébastien**  
**51360 Beaumont- Sur- Vesle (FR)**

**EP 3 394 554 B1**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

## Description

**[0001]** L'invention se rapporte au domaine des échangeurs thermiques et notamment aux échangeurs thermiques destinés à être parcourus par un fluide sous haute pression. En particulier, l'invention se rapporte à un échangeur thermique correspondant au préambule de la revendication 1, et tel que divulgué par le document FR 2 912 811.

**[0002]** 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.

**[0003]** 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 « Water chiller » en anglais.

**[0004]** 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 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 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 chaleur au niveau d'un ou plusieurs autres échangeurs thermiques.

**[0005]** De tels échangeurs thermiques peuvent aussi être utilisés comme tout autre refroidisseur de gaz dans un circuit de climatisation.

**[0006]** Ces échangeurs thermiques peuvent en particulier être des échangeurs thermiques assemblés par brasage.

**[0007]** On connaît par exemple des échangeurs thermiques comprenant un empilement de plaques permettant la circulation du premier fluide, tel que le fluide réfri-

gérant ou gaz réfrigérant, et du deuxième fluide tel que le liquide de refroidissement.

**[0008]** 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 atteindre par exemple jusqu'à 340bars, implique que les échangeurs thermiques tels que des refroidisseurs de gaz, doivent résister à de telles pressions élevées.

**[0009]** Les échangeurs thermiques à plaques connus de l'art antérieur ne permettent pas de résister à de telles hautes pressions.

**[0010]** Afin d'y remédier, on connaît également de l'art antérieur des échangeurs 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.

**[0011]** Cependant une telle architecture est complexe à réaliser et présente notamment 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 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. 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.

**[0012]** Par ailleurs, un problème constant des échangeurs thermiques implémentés dans un véhicule automobile réside en l'allocation d'une place réduite, afin de répondre aux exigences des constructeurs.

**[0013]** 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 un encombrement réduit tout en tout en présentant des propriétés intéressantes afin de résister au mieux aux fortes pressions locales.

**[0014]** À cet effet, l'invention a pour objet un échangeur thermique, notamment pour véhicule automobile, ledit échangeur comprenant un faisceau d'échange thermique avec une pluralité de tubes d'échange thermique définissant des canaux de circulation pour un fluide. Se-

lon l'invention :

- le faisceau d'échange thermique comprend une pluralité de premiers cadres de réception des tubes d'échange thermique, et
- les premiers cadres de réception des tubes d'échange thermique comprennent respectivement au moins une zone d'absorption de contraintes, agencée sur au moins un bord en vis-à-vis d'une extrémité d'un tube d'échange thermique et apte à résister aux contraintes mécaniques.

**[0015]** 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 fluide réfrigérant.

**[0016]** 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.

**[0017]** On notera que le faisceau d'échange thermique, qui comporte une pluralité de tubes d'échange thermique, est distinct des cadres.

**[0018]** L'échangeur thermique peut en outre comprendre une ou plusieurs des caractéristiques suivantes prises seules ou en combinaison :

- les zones d'absorption de contraintes sont réalisées par un nombre prédéterminé de jambes d'absorption de contraintes formées sur au moins un bord d'un premier cadre de réception en vis-à-vis d'une extrémité d'un tube d'échange thermique et s'étendant en direction de l'extrémité du tube d'échange thermique ;
- les jambes d'absorption de contraintes s'étendent longitudinalement sensiblement parallèlement à la direction d'écoulement du fluide dans les canaux de circulation ;
- les premiers cadres présentent une pluralité d'évidements, et deux jambes d'absorption de contrainte adjacentes s'étendent de part et d'autre d'un évidement ;
- les premiers cadres 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, les pieds d'arches formant les jambes d'absorption de contraintes ;
- l'échangeur thermique comprend au moins une boîte collectrice du fluide, et lorsque des tubes d'échange thermique sont reçus dans les premiers cadres, les voûtes des arches définissent avec les extrémités des tubes d'échange thermique des ouvertures de mise en communication fluidique entre la boîte collectrice et les tubes d'échange thermique, de sorte qu'une ouverture de mise en communication fluidique est agencée entre deux pieds d'arche ;

- l'échangeur thermique est assemblé par brasage et les jambes d'absorption de contraintes définissent des zones de brasage.

**[0019]** Selon un autre aspect de l'invention, un premier fluide est apte à circuler dans les tubes d'échange thermique, et l'échangeur thermique comprend en outre une pluralité de deuxièmes cadres respectivement agencés de façon alternée avec les premiers cadres de réception des tubes d'échange thermique, et définissant respectivement un deuxième canal de circulation pour un deuxième fluide de manière à permettre un échange thermique entre le premier fluide et le deuxième fluide.

**[0020]** Les tubes d'échange thermiques sont reçus et maintenus dans des premiers cadres dédiés tandis que les turbulateurs peuvent être reçus dans les deuxièmes cadres dédiés et ainsi être superposés aux tubes d'échange thermique.

**[0021]** 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 que le gaz réfrigérant, insérés dans les premiers cadres et entre lesquels circule le deuxième fluide tel que du liquide de refroidissement.

**[0022]** Une telle architecture permet une réalisation plus simple de l'échangeur thermique dans son ensemble.

**[0023]** Selon un aspect additionnel, les deuxièmes cadres présentent des orifices de passage traversants agencés dans l'alignement des évidements, de manière à permettre l'écoulement du premier fluide dans l'empilement des premiers cadres et des deuxièmes cadres.

**[0024]** Les cadres superposés permettent de créer le chemin d'écoulement du premier fluide, lorsque les cadres sont assemblés ensemble par exemple par brasage.

**[0025]** De même, les cadres superposés permettent avantageusement de créer le trajet d'écoulement du deuxième fluide notamment sur deux côtés opposés du faisceau d'échange thermique.

**[0026]** 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 limitatif, et des dessins annexés parmi lesquels :

- la figure 1 est une vue en perspective d'un échangeur thermique selon l'invention,
- la figure 2 est une vue en coupe de dessous de l'échangeur thermique de la figure 1,
- la figure 3 est une vue partielle en perspective d'un empilement de premiers cadres et de deuxièmes cadres du faisceau d'échange thermique de l'échangeur thermique de la figure 1,
- la figure 4 représente de façon schématique un premier cadre du faisceau d'échange thermique recevant deux tubes d'échange thermique,
- la figure 5 est une vue du premier cadre seul de la figure 4, et

- la figure 6 est une autre vue en perspective d'un empilement de premiers cadres et de deuxièmes cadres du faisceau d'échange thermique de l'échangeur thermique de la figure 1.

**[0027]** Sur ces figures, les éléments sensiblement identiques portent les mêmes références.

**[0028]** 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 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.

**[0029]** 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 figures. Cette disposition correspond à la disposition inversée des éléments à l'état monté dans un véhicule automobile notamment.

### Échangeur thermique

**[0030]** En référence à la figure 1, l'invention concerne un échangeur thermique 1 notamment pour véhicule automobile, pour un échange thermique entre au moins un premier fluide et un deuxième fluide.

**[0031]** Le premier fluide peut entrer dans l'échangeur thermique 1 sous forme gazeuse et le deuxième fluide sous forme liquide.

**[0032]** Il s'agit en particulier d'un échangeur thermique assemblé par brasage. Pour ce 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.

**[0033]** Le revêtement est couramment désigné par « clad » dans le domaine du brasage de pièces métalliques, notamment en aluminium. 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.

**[0034]** 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, notamment supérieure à 100bars.

**[0035]** 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.

**[0036]** 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 exemple sous forme liquide, tel que du liquide de refroidissement comprenant un mélange d'eau glycolée.

**[0037]** 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.

**[0038]** 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.

**[0039]** La circulation des premier et deuxième fluides se fait avantageusement à contre-courant dans le faisceau d'échange thermique 3.

**[0040]** 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.

**[0041]** De même, l'introduction du deuxième fluide dans le faisceau d'échange 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.

**[0042]** 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 des deux fluides, voire des deux fluides.

**[0043]** 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.

**[0044]** Plus précisément, le faisceau d'échange thermique 3, comprend une pluralité de tubes d'échange thermique 5, visibles sur les figures 2 à 4, empilés de manière à définir alternativement des premiers canaux (non visibles sur les figures) de circulation pour le premier fluide dans les tubes d'échange thermique 5 et des deuxièmes canaux de circulation 9 pour le deuxième fluide entre les tubes d'échange thermique 5.

**[0045]** Les tubes d'échange thermique 5 peuvent être réalisés sous forme de tubes plats, avantageux en termes d'encombrement.

**[0046]** 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 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.

**[0047]** Chaque tube d'échange thermique 5 définit un nombre prédéterminé de premiers canaux de circulation (non visibles sur les figures) pour le premier fluide, en particulier de micro-canaux de circulation pour le premier fluide.

**[0048]** Les premiers canaux ou micro-canaux s'étendent par exemple sensiblement longitudinalement, selon une forme sensiblement en « I » ou rectiligne. Les pre-

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

[0049] Le premier fluide peut suivre une circulation en une passe dite circulation en « I » mais aussi une circulation en deux passes dite circulation « U ».

[0050] De même, les deuxièmes canaux 9 de circulation pour le deuxième 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 ».

[0051] Des turbulateurs 11 de l'écoulement du deuxième fluide, par exemple de forme sensiblement en créneaux, sont avantageusement agencés dans les deuxièmes canaux de circulation 9, améliorant ainsi l'échange thermique entre les deux fluides.

[0052] Les turbulateurs 11 peuvent être portés par un élément 12 distinct des tubes d'échange thermiques 5 comme illustré sur les figures 2 et 3.

[0053] En variante, des turbulateurs 11 peuvent être formés sur les tubes d'échange thermique 5, par exemple par des déformations telles que des ondulations des tubes d'échange thermique 5 qui font saillie dans les deuxièmes canaux de circulation 9 pour le deuxième fluide.

[0054] Des intercalaires sont avantageusement disposés entre les tubes d'échange thermique 5, et définissent le pas entre les tubes d'échange thermique 5.

[0055] Selon un mode de réalisation, le faisceau d'échange thermique 3 comprend un empilement alterné de premiers cadres 13 et de deuxièmes cadres 15.

[0056] Au moins certains deuxièmes cadres 15 forment les intercalaires. L'empilement se fait ici sensiblement verticalement.

[0057] 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.

[0058] Chaque deuxième cadre 15 peut recevoir des turbulateurs 11 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.

[0059] Les premiers cadres 13 et les deuxièmes cadres 15 sont décrits plus en détail par la suite.

[0060] 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 sont de forme complémentaire de la forme des premiers cadres 13 et des deuxièmes cadres 15.

[0061] En se référant aux figures 1 et 2, l'échangeur thermique 1 comprend de plus au moins une boîte col-

lectrice 19 du premier fluide agencée en communication fluidique avec les premiers canaux de circulation (non visibles sur les figures) définis dans les tubes d'échange thermique 5.

5 [0062] La boîte collectrice 19 est, selon l'exemple illustré, agencée sur une plaque de fermeture supérieure 18 disposée en haut du faisceau d'échange thermique 3.

[0063] 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.

10 [0064] Bien entendu, selon une variante non illustrée, on peut prévoir d'agencer les deux tubulures 21 sur la plaque inférieure 17.

15 [0065] 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.

20 [0066] 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.

25 [0067] Selon la disposition illustrée sur les figures 1 et 2, la boîte collectrice 19 est agencée à gauche tandis que les tubulures 21 sont agencées à droite.

#### 30 Premiers cadres dits cadres-tubes

[0068] En référence aux figures 2 à 5, on décrit maintenant plus en détail les premiers cadres 13 de réception des tubes d'échange thermique 5.

35 [0069] Les premiers cadres 13 peuvent être au moins partiellement réalisés en aluminium.

[0070] Les premiers cadres 13 présentent :

- deux bords opposés 13A, 13B (voir figures 4 et 5) s'étendant de façon perpendiculaire à la direction des premiers canaux (non représentés) de circulation du premier fluide dans les tubes d'échange thermique 5, autrement dit ici perpendiculairement à la direction longitudinale des tubes d'échange thermique 5, et
- deux autres bords opposés 13C, 13D s'étendant parallèlement à la direction des premiers canaux (non représentés) de circulation du premier fluide dans les tubes d'échange thermique 5, autrement dit ici parallèlement à la direction longitudinale des tubes d'échange thermique 5.

50 [0071] 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 :

- deux bords opposés 13A, 13B s'étendant perpendi-

culairement 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.

**[0072]** La direction générale d'écoulement du premier fluide s'entend de la direction de la circulation en « I » dans le cas d'une circulation en une passe du premier fluide, ou de la direction des branches du « U » dans le cas d'une circulation en deux passes du premier fluide.

**[0073]** Dans l'exemple illustré, les premiers cadres 13 sont de forme générale sensiblement rectangulaire et présentent deux bords longitudinaux 13C, 13D, formant 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.

**[0074]** Toutefois, selon d'autres modes de réalisation, on pourrait prévoir des cadres présentant une forme générale qui ne soit pas rectangulaire, par exemple elliptique, ou en forme de losange.

**[0075]** L'axe longitudinal des premiers cadres 13 et des tubes d'échange thermique 5 est ici confondu.

**[0076]** Ces premiers cadres 13 présentent une même épaisseur que les tubes d'échange thermique 5 qu'ils reçoivent, notamment de l'ordre de quelques millimètres, par exemple de l'ordre de 1mm.

**[0077]** 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.

**[0078]** Autrement dit, il s'agit de l'épaisseur dans la direction d'empilement des cadres 13, 15.

**[0079]** Ainsi, les tubes d'échange thermique 5 peuvent être maintenus dans les premiers cadres 13 respectifs avant superposition des différents cadres 13, 15.

**[0080]** Chaque premier cadre 13 peut recevoir un tube d'échange thermique 5 ou en variante au moins deux tubes d'échange thermique 5, tel qu'illustré sur les figures 2 à 5, de sorte que le faisceau d'échange thermique 3 présente alors au moins deux rangées de tubes d'échange thermique 5.

**[0081]** À cet effet, chaque premier cadre 13 présente deux logements 130 pour recevoir dans chaque logement 130 un tube d'échange thermique 5 associé.

**[0082]** De plus, afin de permettre une circulation en au moins deux passes du premier fluide, deux tubes d'échange thermique 5 adjacents agencés dans un premier cadre 13 peuvent communiquer entre eux à une extrémité.

**[0083]** La mise en communication fluidique à une extrémité de deux tubes d'échange thermique 5 adjacents reçus dans un même premier cadre 13 est avantageusement assurée par un deuxième cadre 15 tel que cela sera décrit plus en détail par la suite.

**[0084]** Par ailleurs, 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 des premiers canaux de circulation du premier fluide avec la boîte collectrice 19.

**[0085]** Les moyens de mise en communication fluidique 131 de chaque premier cadre 13 sont avantageusement 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.

**[0086]** Les moyens de mise en communication fluidique 131 prévus sur les premiers cadres 13 permettent, de façon simple, de collecter le premier fluide et de le distribuer par exemple dans les tubes d'échange thermique 5 maintenus dans ces premiers cadres 13. Il n'est pas nécessaire de prévoir les collecteurs de chaque côté des tubes comme dans les solutions connues.

**[0087]** Selon l'exemple illustré sur les figures 2 à 5, 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.

**[0088]** Bien entendu, le nombre d'évidements 131 est adapté en fonction du nombre de premiers canaux de circulation dans les tubes d'échange thermique 5.

**[0089]** Ces évidements 131 sont ici prévus sur deux bords opposés 13A, 13B (voir figures 4 et 5) des premiers cadres 13 qui sont en regard des extrémités des tubes d'échange thermique 5.

**[0090]** Il s'agit ici des bords latéraux 13A, 13B des premiers cadres 13.

**[0091]** 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.

**[0092]** En outre, en référence aux figures 1 et 2, sur un côté des premiers cadres 13, les évidements 131 sont alignés avec la boîte collectrice 19.

**[0093]** Selon un mode de réalisation, 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.

**[0094]** Les arches sont avantageusement disposées sur toute la largeur du bord latéral qui est en regard d'une ou plusieurs extrémités de tube(s) d'échange thermique 5. Autrement dit, les arches sont prévues sur toute la largeur de l'ensemble des tubes d'échange thermique 5 que le premier cadre 13 peut recevoir, ici deux tubes d'échange thermique 5.

**[0095]** 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 ad-

jacentes sont reliées par un pied d'arche 133 commun.

**[0096]** 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.

**[0097]** Lorsqu'un tube d'échange thermique 5 est agencé dans le logement 130 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 fluide.

**[0098]** Enfin de façon complémentaire aux deux rangées de tubes d'échange thermique 5, à savoir une première rangée de premiers tubes d'échange thermique 5 et une deuxième rangée de deuxièmes tubes d'échange thermique 5, les moyens de mise en communication fluide 131 peuvent définir deux rangées respectivement associées à une rangée de tubes d'échange thermique 5.

**[0099]** Ainsi, des premiers moyens de mise en communication 131 assurent la mise en communication fluide des premiers tubes d'échange thermique 5 ou autrement dit de la première rangée de premiers tubes d'échange thermique avec la boîte collectrice 19. Et, des deuxièmes moyens de mise en communication 131 assurent la mise en communication fluide des deuxièmes tubes d'échange thermique 5 ou autrement dit de la deuxième rangée de deuxième tubes d'échange thermique avec la boîte collectrice 19.

**[0100]** 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.

**[0101]** Une telle zone d'absorption de contraintes est apte à résister aux contraintes mécaniques, notamment dues à la pression.

**[0102]** 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.

**[0103]** Ces jambes d'absorption de contraintes s'étendent en direction de l'extrémité du tube d'échange thermique 5. Dans l'exemple illustré sur les figures 2 à 5, les pieds d'arches 133 assurent cette fonction de jambes d'absorption de contraintes.

**[0104]** 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.

**[0105]** 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 cadres 15.

**[0106]** 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.

**[0107]** Selon l'exemple illustré, les premiers cadres 13 sont respectivement conformés 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.

**[0108]** Les anses 134 permettent de définir les guides pour le passage du deuxième fluide. Les anses 134 de chaque premier cadre 13 sont agencées dans l'alignement des 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.

**[0109]** 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 anses 134 de forme sensiblement arrondie, tandis que les figures 2 à 5 illustrent 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.

**[0110]** En outre, chaque premier cadre de réception 13 peut présenter au moins une cloison de séparation 135 qui compartimente le premier cadre de réception 13. Cette cloison de séparation 135 est ici agencée dans le prolongement d'un pied d'arche 133.

**[0111]** Dans l'exemple illustré sur les figures 2 à 5, chaque premier cadre de réception 13 présente une cloison de séparation 135, par exemple sensiblement centrale, qui compartimente le premier cadre de réception 13 en deux logements 130 (voir figure 5) pour recevoir chacun un tube d'échange thermique 5.

**[0112]** La cloison de séparation 135 se retrouve donc agencée entre deux tubes d'échange thermique 5 lorsqu'ils sont mis en place dans le premier cadre 13. La cloison de séparation 135 s'étend dans cet exemple sur toute la longueur des tubes d'échange thermique 5 reçus dans le premier cadre 13.

**[0113]** La cloison de séparation 135 d'un premier cadre 13 peut être réalisée d'une seule pièce avec ce premier cadre 13. Un tel premier cadre 13 peut être réalisé par découpe en emboutissage de façon simple.

#### Deuxièmes cadres

**[0114]** En référence à la figure 6, on décrit maintenant les deuxièmes cadres 15.

**[0115]** Les deuxièmes cadres 15 peuvent être au moins partiellement réalisés en aluminium.

**[0116]** Lorsque les deuxièmes cadres 15 reçoivent des turbulateurs 11, les deuxièmes cadres 15 sont dits cadres-turbulateurs ou cadres porte-turbulateurs.

**[0117]** De façon similaire aux premiers cadres 13, les deuxièmes cadres 15 présentent :

- deux bords opposés s'étendant parallèlement à la direction des premiers canaux (non visibles sur les figures) de circulation du premier fluide dans les tubes d'échange thermique 5, autrement dit ici paral-

lèlement à la direction longitudinale des tubes d'échange thermique 5, et

- deux autres bords opposés s'étendant de façon perpendiculaire à la direction des premiers canaux (non visibles sur les figures) de circulation du premier fluide dans les tubes d'échange thermique 5, autrement dit ici perpendiculairement à la direction longitudinale des tubes d'échange thermique 5.

**[0118]** On peut aussi définir les deuxièmes cadres 15 par rapport à la direction générale d'écoulement du premier fluide, à savoir que les deuxièmes cadres 15 présentent :

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

**[0119]** En outre, selon le mode de réalisation décrit, on peut encore définir les deuxièmes cadres 15 par rapport à la direction générale d'écoulement du deuxième fluide circulant à contre-courant du premier fluide, à savoir que les deuxièmes cadres 15 présentent :

- deux bords opposés s'étendant parallèlement à la direction générale d'écoulement du deuxième fluide, et
- deux autres bords opposés s'étendant perpendiculairement à la direction générale d'écoulement du deuxième fluide.

**[0120]** La direction générale d'écoulement du deuxième fluide s'entend de la direction de la circulation en « I » dans le cas d'une circulation en une passe du deuxième fluide, ou de la direction des branches du « U » dans le cas d'une circulation en deux passes du deuxième fluide.

**[0121]** Dans l'exemple illustré, les deuxièmes cadres 15 sont de forme générale similaire aux premiers cadres 13, ici sensiblement rectangulaire.

**[0122]** Les deuxièmes cadres 15 présentent deux bords longitudinaux, formant des grands côtés, s'étendant de façon sensiblement parallèle aux bords longitudinaux des premiers cadres 13 et à la direction générale d'écoulement du deuxième fluide, et deux bords latéraux, formant des petits côtés, s'étendant dans le sens de la largeur, de façon sensiblement perpendiculaire à la direction d'écoulement du deuxième fluide de façon parallèle aux bords latéraux des premiers cadres 13.

**[0123]** Selon le mode de réalisation décrit, les deuxièmes cadres 15 s'étendent sur une même longueur et sur une même largeur que les premiers cadres 13.

**[0124]** 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.

**[0125]** Plus particulièrement, chaque deuxième cadre 15 définit une largeur interne et une longueur interne.

**[0126]** On entend par « largeur interne », la largeur définie entre les parois internes des bords longitudinaux opposés. De même, on entend par « longueur interne », la longueur définie entre les parois internes des bords latéraux opposés.

**[0127]** En outre, les bords latéraux des deuxièmes cadres 15 peuvent être légèrement plus grands que les bords latéraux des premiers cadres 13, de sorte que, les extrémités des tubes d'échange thermique 5 reçus dans les premiers cadres 13 empilés avec les deuxièmes cadres 15, reposent sur la bordure périphérique des bords latéraux des deuxièmes cadres 15.

**[0128]** Les deuxièmes cadres 15 définissent donc une longueur interne inférieure à la longueur interne définie par l'espace intérieur des premiers cadres 13.

**[0129]** Les deuxièmes cadres 15 présentent une épaisseur qui est de l'ordre de quelques millimètres, par exemple de l'ordre de 0.5mm à 4mm, de préférence de l'ordre de 2mm. L'épaisseur est ici considérée dans le sens de la hauteur du faisceau d'échange thermique 3, on peut parler également de la hauteur des deuxièmes cadres 15. Autrement dit, il s'agit de l'épaisseur dans la direction d'empilement des cadres 13, 15.

**[0130]** De façon similaire aux premiers cadres 13, les deuxièmes cadres 15 peuvent être réalisés par découpe en emboutissage.

**[0131]** 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.

**[0132]** Selon un mode de réalisation non limitatif, le faisceau d'échange thermique 3 peut comprendre de plus un deuxième cadre d'extrémité agencé de façon optionnelle entre un premier cadre 13 et une plaque de fermeture, notamment la plaque de fermeture inférieure 17. Un tel deuxième cadre d'extrémité peut être mis en place pour des raisons de tenue mécanique.

**[0133]** Bien entendu, on prévoit avantageusement un empilement de premiers cadres 13 et de deuxièmes cadres 15 sans un tel cadre d'extrémité.

**[0134]** Selon le mode de réalisation illustré sur la figure 6, les deuxièmes cadres 15 permettent une circulation en deux passes du deuxième fluide.

**[0135]** À cet effet, les deuxièmes cadres 15 comprennent chacun une barrette 150 agencée à l'intérieur du deuxième cadre 15 respectif de manière à séparer deux passes de circulation pour le deuxième fluide. Il s'agit donc d'une barrette interne 150.

**[0136]** Dans l'exemple illustré, la barrette 150 permet de conformer le deuxième canal de circulation 9 sensiblement en « U ».

**[0137]** Bien entendu, on pourrait prévoir une circulation du deuxième fluide en plus de deux passes dans un deuxième cadre 15 et à cet effet plus d'une barrette 150 à l'intérieur du deuxième cadre 15 qui seraient, à titre



d'exemple non limitatif, agencées de manière décalée et opposée l'une par rapport à l'autre.

**[0138]** La barrette 150 s'étend longitudinalement à l'intérieur d'un deuxième cadre 15. La barrette 150 s'étend donc dans cet exemple de façon sensiblement parallèle aux bords longitudinaux du deuxième cadre 15.

**[0139]** Pour ce faire, la barrette 150 ne s'étend pas sur toute la longueur interne du deuxième cadre 15.

**[0140]** Autrement dit, la barrette 150 s'étend depuis un bord latéral d'un deuxième cadre 15 en direction du bord latéral opposé mais sans atteindre ce bord latéral opposé. La barrette 150 est donc solidaire d'un bord latéral d'un deuxième cadre 15 et fait saillie avec son extrémité libre vers l'espace interne du deuxième cadre 15 en direction du bord latéral opposé, en laissant un espace.

**[0141]** La barrette interne 150 s'étend donc longitudinalement depuis un bord latéral d'un deuxième cadre 15 sur une longueur inférieure à la longueur interne du deuxième cadre 15.

**[0142]** La barrette interne 150 ne s'étend pas non plus sur toute la largeur interne du deuxième cadre 15.

**[0143]** Plus précisément, la barrette interne 150 présente une largeur plus petite que la largeur interne du deuxième cadre 15. La largeur de la barrette interne 150 peut être supérieure ou égale, de préférence strictement supérieure, à l'épaisseur du deuxième cadre 15. On définit ainsi de chaque côté de la barrette 150, l'entrée et la sortie du trajet d'écoulement pour le deuxième fluide.

**[0144]** La barrette 150 peut aussi être qualifiée de languette. En outre, la barrette 150 est sensiblement de même épaisseur que le deuxième cadre 15.

**[0145]** La barrette 150 est par exemple agencée de façon sensiblement centrale. Plus précisément, la barrette 150 est agencée sensiblement au centre d'un deuxième cadre 15 dans le sens de la largeur du deuxième cadre 15.

**[0146]** De la sorte, la barrette 150 divise le deuxième cadre 15 en deux parties de même taille.

**[0147]** Avantagusement, la barrette interne 150 s'étend sur une longueur au moins égale à la moitié de la longueur interne d'un deuxième cadre 15.

**[0148]** Selon la variante de réalisation illustrée en référence aux figures 2 à 6, les barrettes internes 150 des deuxième cadres 15 se trouvent en regard des cloisons 135 de premiers cadres 13.

**[0149]** De façon complémentaire aux premiers cadres 13, les deuxième cadres 15, en particulier les deuxième cadres intercalaires 15, présentent des guides 151 pour le passage du premier fluide permettant son écoulement dans l'empilement des premiers cadres de réception 13 et des deuxième cadres 15, en particulier intercalaires.

**[0150]** Les guides 151 sont ici réalisés sous forme d'orifices de passage traversants 151 agencés dans l'alignement des évidements 131 de mise en communication fluide des premiers cadres de réception 13, délimités ici par la succession d'arches.

**[0151]** Les orifices de passage traversants 151 sont

donc agencés sur au moins un bord latéral d'un deuxième cadre 15, ici d'un deuxième cadre intercalaire 15.

**[0152]** Bien entendu, le nombre d'orifices de passage traversants 151 est adapté en fonction du nombre d'évidements 131 et donc du nombre de premiers canaux de circulation des tubes d'échange thermique 5.

**[0153]** En outre, les deuxième cadres 15 présentent respectivement des moyens de mise en communication fluide 152 des deuxième canaux de circulation 9 entre eux d'une part et avec les tubulures 21 pour le deuxième fluide d'autre part.

**[0154]** Les moyens de mise en communication fluide 152 prévus sur les deuxième cadres permettent de collecter le deuxième fluide et de le distribuer entre les tubes d'échange thermique.

**[0155]** Selon l'exemple illustré sur la figure 6, les deuxième cadres 15 présentent respectivement un nombre prédéfini d'ouvertures traversantes 152, de mise en communication fluide.

**[0156]** Les ouvertures traversantes 152 sont ici agencées sur les bords longitudinaux des deuxième cadres 15 et sont alignées les unes par rapport aux autres dans le sens de la hauteur du faisceau d'échange thermique 3, autrement dit dans la direction d'empilement des différents cadres 13, 15.

**[0157]** Les ouvertures traversantes 152 débouchent respectivement sur l'intérieur d'un deuxième cadre 15.

**[0158]** De plus, les ouvertures traversantes 152 sont agencées sur un même côté d'un deuxième cadre 15 dans le sens longitudinal, c'est-à-dire ici à droite ou à gauche, de façon complémentaire à l'agencement des tubulures 21 sur un même côté du faisceau d'échange thermique 3, ici à droite en référence à la disposition montrée sur la figure 1.

**[0159]** Les ouvertures traversantes 152 permettent de définir une entrée de fluide 152 vers l'espace intérieur du deuxième cadre 15 sur un bord longitudinal, et une sortie de fluide 152 hors du deuxième cadre 15 sur le bord longitudinal opposé.

**[0160]** Plus précisément, selon l'exemple illustré, les deuxième cadres 15 présentent des anses 153 qui permettent de délimiter les ouvertures traversantes 152.

**[0161]** Les anses 153 des deuxième cadres 15 sont réalisées de façon similaire aux 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.

**[0162]** À titre illustratif, sur les figures on a représenté différents modes de réalisation des anses 153, en particulier, la figure 1 illustre un premier exemple de réalisation des anses 153 de forme sensiblement arrondie, tandis que la figure 6 illustre un deuxième exemple de réalisation des anses 153 dont le contour est de forme plus rectiligne.

**[0163]** Bien entendu, lorsque les anses 134 des premiers cadres 13 sont réalisées selon le premier exemple de réalisation, les anses 153 des deuxième cadres 15

sont réalisées de façon similaire selon le premier exemple de réalisation.

**[0164]** Et, lorsque les anses 134 des premiers cadres 13 sont réalisées selon le deuxième exemple de réalisation, les anses 153 des deuxième cadres 15 sont réalisées de façon similaire selon le deuxième exemple de réalisation. Bien entendu toute autre forme des anses 153 peut être envisagée.

**[0165]** Parmi les deux anses 153 des deuxième cadres 15, l'ouverture délimitée par une première anse est agencée en communication fluidique avec une première tubulure 21 et l'ouverture délimitée par une deuxième anse est agencée en communication fluidique avec une deuxième tubulure 21.

**[0166]** Par ailleurs, comme dit précédemment, l'échangeur thermique 1 est de préférence assemblé par brasage.

**[0167]** Les deuxième cadres 15 sont destinés à être assemblés par brasage aux premiers cadres 13. En particulier, les bords longitudinaux des deuxième cadres 15 sont destinés à être assemblés par brasage aux bords longitudinaux des premiers cadres 13 et les bords latéraux des deuxième cadres 15 sont destinés à être assemblés par brasage avec les pieds d'arche 133 prévus sur les bords latéraux des premiers cadres 13.

**[0168]** Par ailleurs, les deuxième cadres 15, notamment les deuxième cadres 15 intercalaires, peuvent aussi être conformés pour mettre en communication fluidique deux tubes d'échange thermique 5 reçus dans un même premier cadre 13 tel qu'illustré sur les figures 2 à 4.

**[0169]** Ce sont donc les deuxième cadres 15 qui permettent la circulation en au moins deux passes du premier fluide dans chaque premier cadre 13, tout en garantissant une bonne tenue mécanique des premiers cadres 13 du fait du CO<sub>2</sub> sous haute pression circulant dans les tubes d'échange thermique 5.

**[0170]** Plus précisément, chaque deuxième cadre 15, notamment intercalaire, présente avantageusement au moins un orifice de retournement 155 (voir figures 2 et 6) qui est en communication fluidique avec à la fois un premier et un deuxième moyens de mise en communication fluidique 131, ici un premier et un deuxième évidements 131, des premiers cadres 13 de part et d'autre du deuxième cadre 15 intercalaire.

**[0171]** Ainsi, chaque orifice de retournement 155 est agencé entre deux tubes d'échange thermique 5 adjacents reçus dans un premier cadre 13 et en communication fluidique avec ces deux tubes d'échange thermique 5.

**[0172]** De la sorte, le premier fluide qui débouche d'un premier tube d'échange thermique 5 subit un retournement dans l'orifice de retournement 155 puis circule vers un deuxième tube d'échange thermique 5.

**[0173]** Les deux rangées de tubes d'échange thermique 5 agencées dans les premiers cadres 13 communiquent alors à une extrémité via les orifices de retournement 155 prévus sur les deuxième cadres 15, notamment intercalaires.

**[0174]** Chaque orifice de retournement 155 est ici ménagé entre des orifices de passage traversants 151 sur au moins un bord latéral de chaque deuxième cadre 15, notamment intercalaire.

**[0175]** Chaque orifice de retournement 155 présente avantageusement une forme longitudinale s'étendant de manière sensiblement perpendiculaire à la direction générale d'écoulement du premier fluide dans les deux tubes d'échange thermique 5.

**[0176]** Dans cet exemple, chaque orifice de retournement 155 présente une forme longitudinale s'étendant perpendiculairement aux bords longitudinaux du deuxième cadre 15, notamment intercalaire.

**[0177]** En particulier, chaque orifice de retournement 155 agencé en regard d'un premier cadre de réception 13, s'étend longitudinalement de part et d'autre de la cloison de séparation 135 de ce premier cadre de réception 13, comme cela est mieux visible sur la figure 16. À titre d'exemple, l'orifice de retournement 155 présente une forme sensiblement oblongue.

**[0178]** Par ailleurs, l'orifice de retournement 155 est dimensionné de manière à présenter une section pour le retournement du premier fluide au moins égale à la section de passage d'un tube d'échange thermique 5.

**[0179]** 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 ».

**[0180]** Ainsi, l'échangeur thermique 1 comprend un empilement de premiers cadres 13 recevant un ou plusieurs tubes d'échange thermique 5 et de deuxième cadres 15 recevant avantageusement des turbulateurs 11. Il s'agit d'éléments simples et pouvant être assemblés facilement, par brasage notamment.

**[0181]** Un tel échangeur thermique 1 tel que décrit précédemment présente en outre une très bonne résistance aux hautes pressions, notamment dues à la circulation de CO<sub>2</sub>, ainsi que des performances d'échange thermique optimisées.

**[0182]** En particulier, la conformation des bords des premiers cadres 13 recevant les tubes d'échange thermique 5 avec des zones d'absorption de contraintes formées par des pieds d'arche 133 permet d'obtenir un échangeur thermique 1 présentant une meilleure tenue mécanique par rapport aux solutions de l'art antérieur. En outre, ces pieds d'arche 133 forment de façon avantageuse des zones de brasage avec les deuxième cadres 15.

## Revendications

1. Échangeur thermique (1), notamment pour véhicule automobile, ledit échangeur (1) comprenant un faisceau d'échange thermique (3) avec une pluralité de

tubes d'échange thermique (5) définissant des canaux de circulation pour un fluide:

- le faisceau d'échange thermique (3) comprenant une pluralité de premiers cadres (13) de réception des tubes d'échange thermique (5), et en ce que
  - les premiers cadres (13) de réception des tubes d'échange thermique comprenant respectivement au moins une zone d'absorption de contraintes (133), agencée sur au moins un bord (13A, 13B) en vis-à-vis d'une extrémité d'un tube d'échange thermique (5) et apte à résister aux contraintes mécaniques, l'échangeur thermique étant **caractérisé en ce que** les zones d'absorption de contraintes sont réalisées par un nombre prédéterminé de jambes d'absorption de contraintes (133) formées sur au moins un bord (13A, 13B) d'un premier cadre (13) de réception en vis-à-vis d'une extrémité d'un tube d'échange thermique (5) et s'étendant en direction de l'extrémité du tube d'échange thermique (5).
2. Échangeur thermique (1) selon la revendication précédente, dans lequel les jambes d'absorption de contraintes (133) s'étendent longitudinalement sensiblement parallèlement à la direction d'écoulement du fluide dans les canaux de circulation.
  3. Échangeur thermique (1) selon l'une des revendications 1 ou 2, dans lequel les premiers cadres (13) présentent une pluralité d'évidements (131), et dans lequel deux jambes d'absorption de contrainte (133) adjacentes s'étendent de part et d'autre d'un évidement (131).
  4. Échangeur thermique (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel les premiers cadres (13) 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, les pieds d'arches (133) formant les jambes d'absorption de contraintes.
  5. Échangeur thermique (1) selon les revendications 3 et 4, comprenant au moins une boîte collectrice (19) du fluide, et dans lequel lorsque des tubes d'échange thermique (5) sont reçus dans les premiers cadres (13), les voûtes (132) des arches définissent avec les extrémités des tubes d'échange thermique (5), des ouvertures de mise en communication fluide entre la boîte collectrice (19) et les tubes d'échange thermique (5), de sorte qu'une ouverture de mise en communication fluide est agencée entre deux pieds d'arche (133).
  6. Échangeur thermique (1) selon l'une quelconque

des revendications 1 à 5, assemblé par brasage et dans lequel les jambes d'absorption (133) de contraintes définissent des zones de brasage.

7. Échangeur thermique (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel un premier fluide est apte à circuler dans les tubes d'échange thermique (5), et comprenant en outre une pluralité de deuxièmes cadres (15) respectivement agencés de façon alternée avec les premiers cadres (13) de réception des tubes d'échange thermique (5), et définissant respectivement un deuxième canal de circulation (9) pour un deuxième fluide de manière à permettre un échange thermique entre le premier fluide et le deuxième fluide.
8. Échangeur thermique selon la revendication 5 prise en combinaison avec la revendication 8, dans lequel les deuxièmes cadres (15) présentent des orifices de passage traversants (151) agencés dans l'alignement des évidements (131), de manière à permettre l'écoulement du premier fluide dans l'empilement des premiers cadres (13) et des deuxièmes cadres (15).

#### Patentansprüche

1. Wärmetauscher (1), insbesondere für ein Kraftfahrzeug, wobei der Tauscher (1) ein Wärmetauscherbündel (3) mit einer Vielzahl von Wärmetauscherrohren (5) enthält, die Strömungskanäle für ein Fluid definieren:
  - wobei das Wärmetauscherbündel (3) eine Vielzahl erster Rahmen (13) zur Aufnahme der Wärmetauscherrohre (5) enthält, und dass
  - die ersten Rahmen (13) zur Aufnahme der Wärmetauscherrohre je mindestens einen Belastungsabsorptionsbereich (133) enthalten, der an mindestens einem Rand (13A, 13B) gegenüber einem Ende eines Wärmetauscherrohrs (5) angeordnet und geeignet ist, mechanischen Belastungen standzuhalten, wobei der Wärmetauscher **dadurch gekennzeichnet ist, dass** die Belastungsabsorptionsbereiche von einer vorbestimmten Anzahl von Belastungsabsorptionsbeinen (133) realisiert werden, die an mindestens einem Rand (13A, 13B) eines ersten Aufnahme Rahmens (13) gegenüber einem Ende eines Wärmetauscherrohrs (5) geformt sind und sich in Richtung des Endes des Wärmetauscherrohrs (5) erstrecken.
2. Wärmetauscher (1) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Belastungsabsorptionsbeine (133) sich in Längsrichtung im Wesentlichen parallel zur Fließrichtung des Fluids in den Strömungskanä-

len erstrecken.

3. Wärmetauscher (1) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei die ersten Rahmen (13) eine Vielzahl von Aussparungen (131) aufweisen, und wobei zwei benachbarte Belastungsabsorptionsbeine (133) sich zu beiden Seiten einer Aussparung (131) erstrecken. 5
4. Wärmetauscher (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die ersten Rahmen (13) je mindestens einen Rand (13A, 13B) gegenüber einem Ende eines Wärmetauscherrohrs (5) aufweisen, der gemäß einem Muster gestaltet ist, das eine Folge von Bögen definiert, wobei die Bogenfüße (133) die Belastungsabsorptionsbeine bilden. 10 15
5. Wärmetauscher (1) nach den Ansprüchen 3 und 4, der mindestens einen Sammelkasten (19) des Fluids enthält, und wobei, wenn Wärmetauscherrohre (5) in den ersten Rahmen (13) aufgenommen werden, die Wölbungen (132) der Bögen mit den Enden der Wärmetauscherrohre (5) Öffnungen zur Fluidverbindung zwischen dem Sammelkasten (19) und den Wärmetauscherrohren (5) definieren, so dass eine Öffnung zur Fluidverbindung zwischen zwei Bogenfüßen (133) ausgebildet wird. 20 25
6. Wärmetauscher (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, der durch Lötten zusammengebaut wird, und wobei die Belastungsabsorptionsbeine (133) Lötbereiche definieren. 30
7. Wärmetauscher (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein erstes Fluid in den Wärmetauscherrohren (5) strömen kann, und der außerdem eine Vielzahl zweiter Rahmen (15) enthält, die je abwechselnd mit den ersten Rahmen (13) zur Aufnahme der Wärmetauscherrohre (5) angeordnet sind und je einen zweiten Strömungskanal (9) für ein zweites Fluid definieren, um einen Wärmeaustausch zwischen dem ersten Fluid und dem zweiten Fluid zu erlauben. 35 40
8. Wärmetauscher nach Anspruch 5 in Kombination mit Anspruch 8, wobei die zweiten Rahmen (15) durchgehende Durchlassöffnungen (151) aufweisen, die in Flucht mit den Aussparungen (131) angeordnet sind, um das Fließen des ersten Fluids in der Stapelung der ersten Rahmen (13) und der zweiten Rahmen (15) zu erlauben. 45 50

#### Claims

1. Heat exchanger (1), in particular for a motor vehicle, said exchanger (1) comprising a heat-exchange bundle (3) with a plurality of heat-exchange tubes

(5) defining circulation ducts for a fluid:

- the heat-exchange bundle (3) comprising a plurality of first frames (13) for receiving the heat-exchange tubes (5), and in that
- the first frames (13) for receiving the heat-exchange tubes respectively comprising at least one stress-absorption region (133) arranged on at least one edge (13A, 13B) opposite an end of a heat-exchange tube (5) and able to withstand the mechanical stresses, the heat exchanger being **characterized in that** the stress-absorption regions are produced by a predetermined number of stress-absorption legs (133) formed on at least one edge (13A, 14B) of a first receiving frame (13) opposite an end of a heat-exchange tube (5) and extending in the direction of the end of the heat-exchange tube (5).

2. Heat exchanger (1) according to the preceding claim, in which the stress-absorption legs (133) extend longitudinally substantially parallel to the direction of flow of the fluid in the circulation ducts.
3. Heat exchanger (1) according to either of Claims 1 and 2, in which the first frames (13) have a plurality of recesses (131), and in which two adjacent stress-absorption legs (133) extend on either side of a recess (131).
4. Heat exchanger (1) according to any one of Claims 1 to 3, in which the first frames (13) respectively have at least one edge (13A, 13B) opposite an end of a heat-exchange tube (5) that is configured with a pattern defining a succession of arches, the arch feet (133) forming the stress-absorption legs.
5. Heat exchanger (1) according to Claims 3 and 4, comprising at least one fluid manifold (19), and in which, when heat-exchange tubes (5) are received in the first frames (13), the vaults (132) of the arches define, with the ends of the heat-exchange tubes (5), openings for establishing fluid communication between the manifold (19) and the heat-exchange tubes (5), with the result that an opening for establishing fluid communication is arranged between two arch feet (133).
6. Heat exchanger (1) according to any one of Claims 1 to 5, which is assembled by brazing and in which the stress-absorption legs (133) define brazing regions.
7. Heat exchanger (1) according to any one of the preceding claims, in which a first fluid is able to circulate in the heat-exchange tubes (5), and additionally comprising a plurality of second frames (15) respectively arranged in alternating fashion with the first

frames (13) for receiving the heat-exchange tubes (5), and respectively defining a second circulation duct (9) for a second fluid so as to allow a heat exchange between the first fluid and the second fluid.

5

8. Heat exchanger according to Claim 5 taken in combination with Claim 8, in which the second frames (15) have through-passage orifices (151) arranged in alignment with the recesses (131) so as to allow the flow of the first fluid in the stack of the first frames (13) and of the second frames (15).

10

15

20

25

30

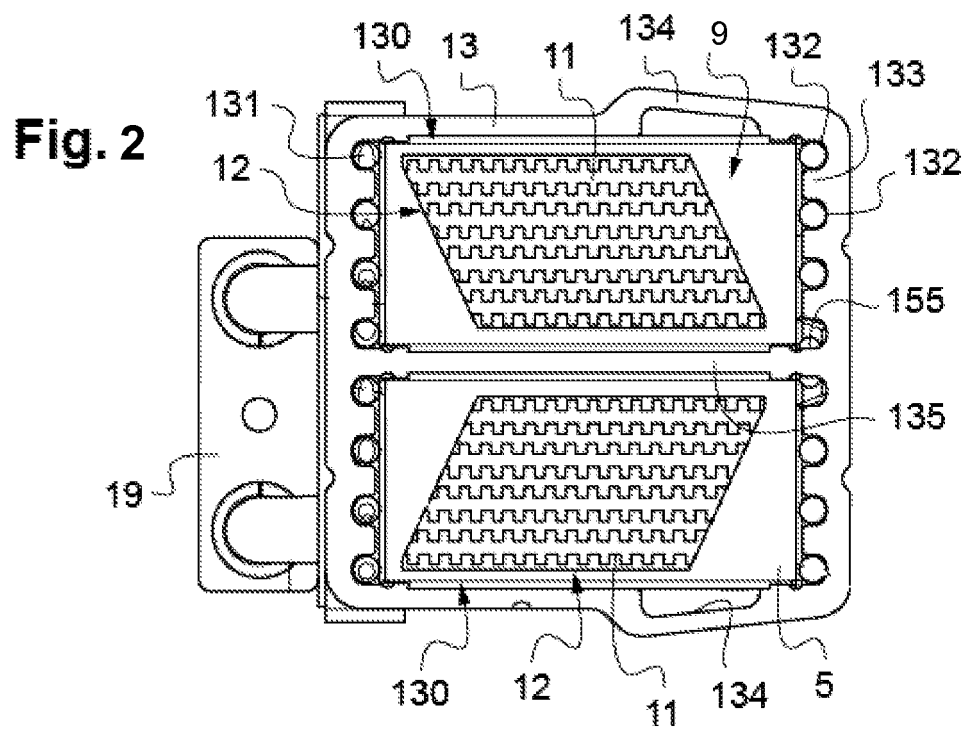
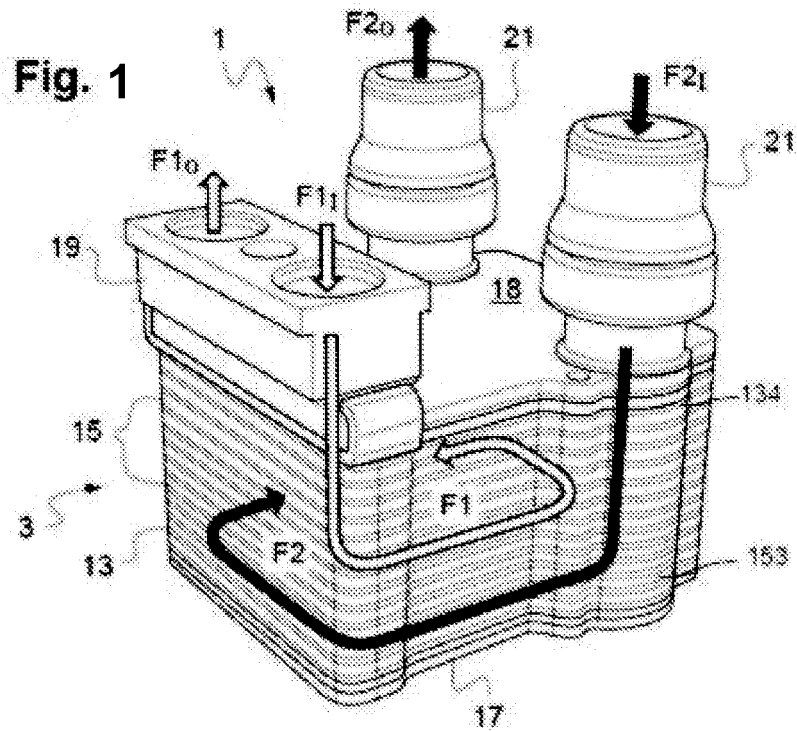
35

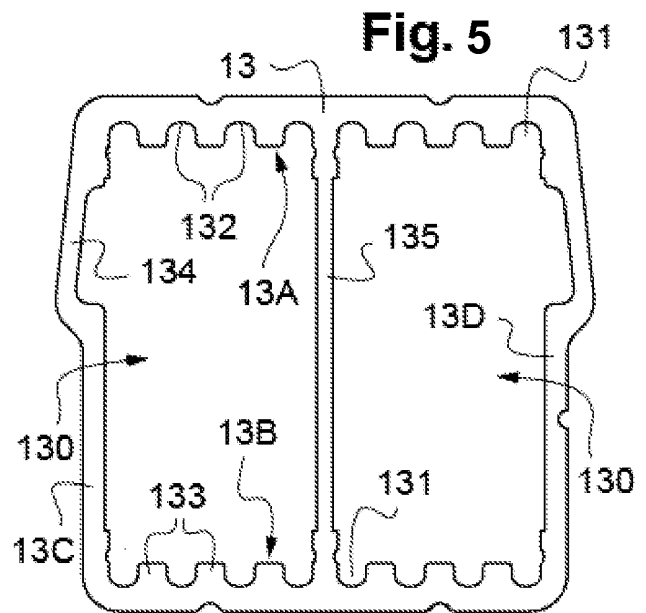
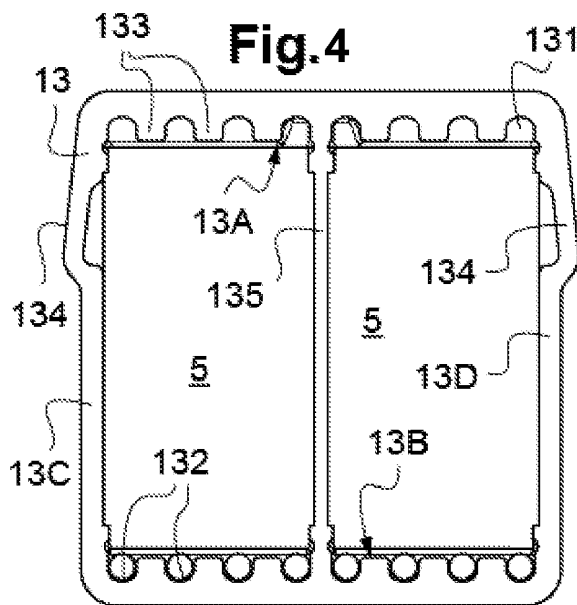
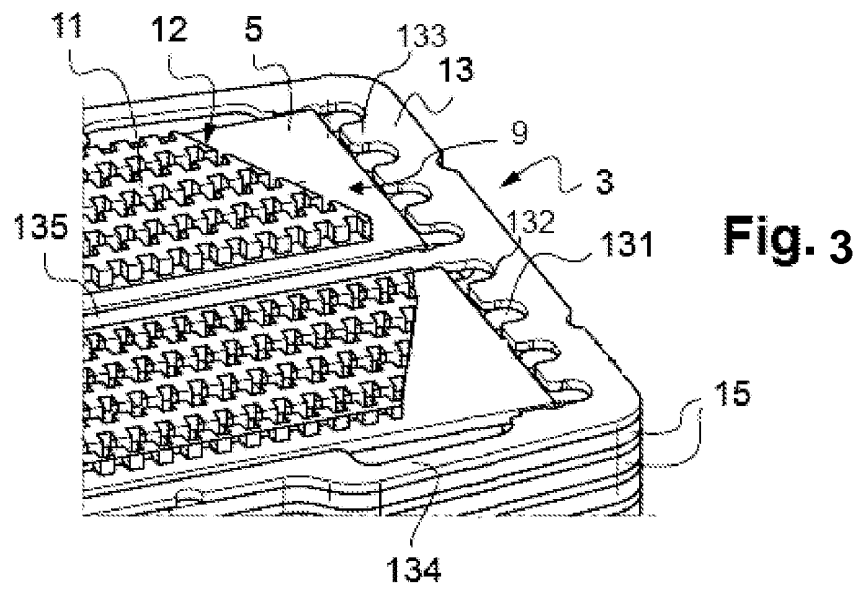
40

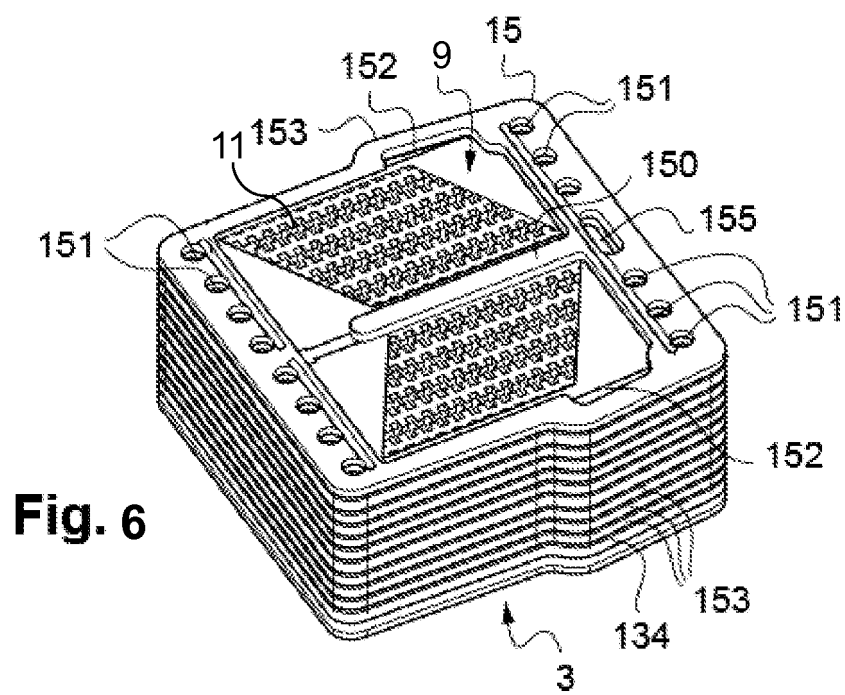
45

50

55









**RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION**

*Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.*

**Documents brevets cités dans la description**

- FR 2912811 [0001]