

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

①1 N° de publication : **3 045 801**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **15 62895**

⑤1 Int Cl⁸ : **F 28 F 3/04 (2017.01), F 28 D 3/00**

①2 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

②2 **Date de dépôt** : 21.12.15.

③0 **Priorité** :

④3 **Date de mise à la disposition du public de la demande** : 23.06.17 Bulletin 17/25.

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

⑥0 **Références à d'autres documents nationaux apparentés** :

Demande(s) d'extension :

⑦1 **Demandeur(s)** : VALEO SYSTEMES THERMIQUES
Société par actions simplifiée — FR.

⑦2 **Inventeur(s)** : KOUDLANSKI ANTHONY, MOUGNIER JEROME et JACOPE SEBASTIEN.

⑦3 **Titulaire(s)** : VALEO SYSTEMES THERMIQUES
Société par actions simplifiée.

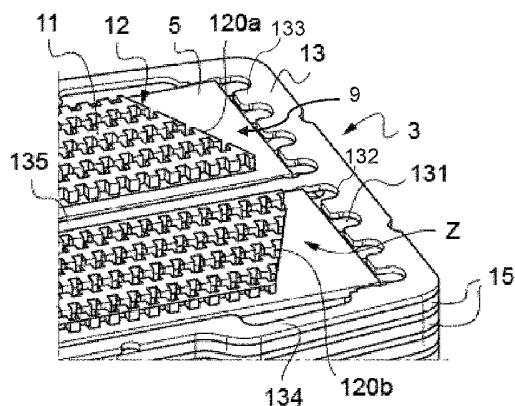
⑦4 **Mandataire(s)** : VALEO SYSTEMES THERMIQUES.

⑤4 **ECHANGEUR THERMIQUE, NOTAMMENT POUR VEHICULE AUTOMOBILE.**

⑤7 L'invention concerne un échangeur thermique (1) entre au moins un premier fluide et un deuxième fluide, notamment pour véhicule automobile, ledit échangeur (1) comportant un faisceau d'échange thermique (3) comprenant :

- des premiers canaux de circulation du premier fluide,
- des deuxièmes canaux de circulation (9) pour le deuxième fluide alternés avec les premiers canaux de circulation et présentant respectivement au moins une entrée de fluide et au moins une sortie de fluide, et
- des turbulateurs (11) de l'écoulement du deuxième fluide agencés dans les deuxièmes canaux de circulation (9).

Selon l'invention, les deuxièmes canaux de circulation (9) présentent respectivement une zone (Z) dépourvue de turbulateurs (11) à proximité de l'entrée de fluide et/ou de la sortie de fluide.



FR 3 045 801 - A1



Échangeur thermique, notamment pour véhicule automobile

L'invention se rapporte au domaine des échangeurs thermiques.

L'invention se rapporte plus particulièrement aux échangeurs thermiques aptes à
5 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 CO₂, présentant une pression de fonctionnement supérieure aux gaz
réfrigérants utilisés dans les solutions de l'état de l'art.

De tels échangeurs thermiques trouvent une application particulière dans les
10 véhicules automobiles. Ils peuvent notamment constituer un refroidisseur de gaz dans
lequel le fluide réfrigérant tel que du CO₂ 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.

15 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
20 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
25 batteries pour les réchauffer, cette chaleur ayant été absorbée par le liquide de
refroidissement par exemple lors de l'échange thermique avec le CO₂ 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.

30 De tels échangeurs thermiques peuvent aussi être utilisés comme tout autre

-2-

refroidisseur de gaz dans un circuit de climatisation.

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

On connaît par exemple des échangeurs thermiques comprenant un empilement
5 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 CO₂ 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
10 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 thermiques comprenant un empilement de tubes reliés entre eux par au moins un
15 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.

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
20 thermique brasé pour lequel il s'avère nécessaire de prévoir un multiple point 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. Il a été également
25 constaté qu'un tel échangeur thermique ne présente pas toujours une bonne tenue mécanique.

Enfin, il est nécessaire de limiter les pertes de charge d'au moins un des fluides pour améliorer les performances thermiques.

Par ailleurs, un problème constant des échangeurs thermiques implémentés dans
30 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 ayant une meilleure performance d'échange
5 thermique, ceci en limitant les pertes de charge.

À cet effet, l'invention a pour objet un échangeur thermique entre au moins un premier fluide et un deuxième fluide, notamment pour véhicule automobile, ledit échangeur comportant un faisceau d'échange thermique comprenant :

- des premiers canaux de circulation du premier fluide,
- 10 - des deuxièmes canaux de circulation pour le deuxième fluide alternés avec les premiers canaux de circulation et présentant respectivement au moins une entrée de fluide et au moins une sortie de fluide, et
- des turbulateurs de l'écoulement du deuxième fluide agencés dans les deuxièmes canaux de circulation.

15 Selon l'invention, les deuxièmes canaux de circulation présentent respectivement une zone dépourvue de turbulateurs à proximité de l'entrée de fluide et/ou de la sortie de fluide.

Ainsi, l'agencement des turbulateurs permet d'améliorer l'échange thermique entre les deux fluides, et la libération de la zone à proximité de l'entrée et/ou de la sortie
20 de l'un des fluides permet de limiter les pertes de charge.

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

- l'échangeur thermique comprend des plaques de perturbation agencées dans les deuxièmes canaux de circulation et présentant respectivement une pluralité de
25 turbulateurs, et les plaques de perturbation présentent respectivement au moins un bord d'entrée et/ou de sortie de fluide, agencés de façon oblique par rapport à la direction d'écoulement du deuxième fluide ;
- les plaques de perturbation présentent respectivement deux bords opposés d'entrée et de sortie de fluide, les deux bords opposés s'étendant sensiblement parallèlement
30 selon une direction oblique par rapport à la direction d'écoulement du deuxième

-4-

- fluide ;
- les plaques de perturbation comprennent respectivement au moins deux zones de turbulence présentant les turbulateurs de l'écoulement du deuxième fluide et une zone de liaison des deux zones de turbulence, la zone de liaison étant sensiblement plane et dépourvue de turbulateurs, et chaque zone de turbulence présente au moins
5 un bord d'entrée et/ou de sortie agencé de façon oblique par rapport à la direction d'écoulement du deuxième fluide ;
 - chaque zone de turbulence présente une forme générale sensiblement de parallélogramme ;
 - 10 - le deuxième fluide est destiné à circuler en au moins deux passes dans chaque deuxième canal, et la zone de liaison forme une zone de retournement pour le deuxième fluide ;
 - la plaque de perturbation présente un creux entre les deux zones de turbulence s'étendant selon la direction d'écoulement du deuxième fluide ;
 - 15 - la zone de liaison s'étend parallèlement à la direction d'écoulement du deuxième fluide entre les deux zones de turbulence ;
 - le deuxième fluide est destiné à circuler en au moins deux passes dans chaque deuxième canal, et la zone de liaison est conformée pour venir en contact avec les tubes d'échange thermique de part et d'autre du deuxième canal, de manière à
20 former une séparation entre les deux passes de circulation ;
 - les turbulateurs sont réalisés sous forme sensiblement en créneaux et en relief sur les plaques de perturbation.

Selon un autre aspect de l'invention, l'échangeur thermique comprend un empilement alterné de premiers cadres et de deuxièmes cadres.

- 25 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 fluide réfrigérant, insérés dans les premiers cadres et entre lesquels circule le deuxième fluide tel que du liquide de refroidissement.

30 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 premiers et deuxièmes cadres.

5 Les cadres superposés permettent de créer le chemin d'écoulement du premier fluide réfrigérant, lorsque les cadres sont brasés ensemble, 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.

10 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 CO₂ comme fluide réfrigérant.

Avantageusement, les plaques de perturbation sont agencées dans les deuxièmes cadres.

15 Selon un aspect additionnel, les plaques de perturbation présentent respectivement au moins un bord d'entrée et/ou de sortie de fluide, agencé de façon oblique par rapport à au moins un bord des deuxièmes cadres.

20 Selon encore un autre aspect, l'échangeur thermique comprend une pluralité de tubes d'échange thermique définissant les premiers canaux de circulation du premier fluide, agencés dans les premiers cadres et les plaques de perturbation sont disposées en alternance avec les tubes d'échange thermique.

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 :

- 25
- la figure 1 est une vue en perspective d'un échangeur thermique,
 - la figure 2 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 3 est une autre vue en perspective d'un empilement de premiers cadres
- 30 et de deuxièmes cadres du faisceau d'échange thermique de l'échangeur

-6-

thermique de la figure 1,

- la figure 4 est une vue en perspective d'une plaque de perturbation selon un exemple de réalisation,
- la figure 5 est une première vue en perspective d'une plaque de perturbation selon un autre exemple de réalisation, et
- la figure 6 est une deuxième vue en perspective de la plaque de perturbation de la figure 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 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 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 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 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.

-7-

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.

Par exemple le premier fluide est un fluide réfrigérant destiné à circuler à haute
5 pression tel que du CO₂, 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 CO₂ est refroidi par un deuxième fluide par exemple sous forme liquide, tel que du liquide de refroidissement comprenant un mélange d'eau glycolée.

10 Le deuxième fluide tel que le liquide de refroidissement peut aussi être refroidi par le premier fluide tel que du CO₂, un tel échangeur thermique est alors couramment désigné par « Water chiller » en anglais.

L'échangeur thermique 1 comprend un faisceau d'échange thermique 3 permettant l'échange thermique entre le premier fluide et le deuxième fluide. Dans
15 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-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
20 thermique 3 est schématisé à titre d'exemple par les flèches F1_I pour l'introduction et F1_O pour l'évacuation.

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_I pour l'introduction et F2_O pour
25 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 des deux fluides, voire des deux fluides.

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

-8-

Plus précisément, le faisceau d'échange thermique 3, comprend une pluralité de tubes d'échange thermique 5 (voir figure 2) empilés de manière à définir alternativement des premiers canaux de circulation (non visibles sur les figures) 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.

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 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 (non visibles sur les figures) pour le premier fluide, en particulier de micro-canaux de circulation pour le premier fluide.

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

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 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 » comme cela sera décrit par la suite.

Des turbulateurs 11 de l'écoulement du deuxième fluide sont avantageusement

-9-

agencés dans les deuxièmes canaux de circulation 9, améliorant ainsi l'échange thermique entre les deux fluides.

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

5 Selon un mode de réalisation, 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.

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
10 étage du faisceau d'échange thermique 3.

On peut désigner les premiers cadres 13 par cadres-tubes. 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
15 l'espace disponible et la performance à atteindre. Les premiers cadres 13 et les deuxièmes cadres 15 sont décrits plus en détail par la suite.

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
20 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.

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 fluïdique avec les
25 premiers canaux de circulation.

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.

L'échangeur thermique 1 comprend en outre au moins deux tubulures 21 d'entrée et de sortie de fluïde permettant l'introduction et l'évacuation du deuxième
30 fluïde. Dans cet exemple, les deux tubulures 21 sont agencées sur la même plaque de

-10-

fermeture supérieure 18 que la boîte collectrice 19 pour le premier fluide.

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
5 séparément les tubulures 21, avec une tubulure 21 sur la plaque supérieure 18 et l'autre tubulure 21 sur la plaque inférieure 17.

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
10 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.

Premiers cadres dits cadres-tubes

15 En ce qui concerne les premiers cadres 13, mieux visibles sur la figure 2, ils peuvent être au moins partiellement réalisés en aluminium.

Les premiers cadres 13 présentent :

- deux bords opposés s'étendant de façon perpendiculaire à la direction des premiers canaux de circulation du premier fluide, autrement dit ici perpendiculairement à la direction longitudinale des tubes d'échange thermique 5, et
20
- deux autres bords opposés s'étendant parallèlement à la direction des premiers canaux de circulation du premier fluide, autrement dit ici parallèlement à la direction longitudinale des tubes d'échange thermique 5.

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

30 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.

5 Dans l'exemple illustré, les premiers cadres 13 sont de forme générale sensiblement rectangulaire et présentent deux bords longitudinaux formant des grands côtés, s'étendant de façon sensiblement parallèle à la direction générale d'écoulement du premier 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 premier fluide.

10 De même, selon d'autres modes de réalisation, on pourrait prévoir des premiers 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.

15 Ces premiers cadres 13 peuvent présenter 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.

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. Il s'agit ici 20 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.

Chaque premier cadre 13 peut recevoir un tube d'échange thermique 5 ou en variante au moins deux tubes d'échange thermique 5, de sorte que le faisceau d'échange 25 thermique 3 présente alors au moins deux rangées de tubes d'échange thermique.

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.

Par ailleurs, afin de permettre l'écoulement du premier fluide dans le faisceau 30 d'échange thermique 3, les premiers cadres 13 comprennent des moyens de mise en

-12-

communication fluidique 131 des premiers canaux de circulation du premier fluide avec la boîte collectrice 19.

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.

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 plus nécessaire de prévoir les collecteurs de chaque côté des tubes comme dans les solutions connues.

Selon l'exemple illustré sur la figure 2, 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 des tubes d'échange thermique 5.

Ces évidements 131 sont avantageusement prévus sur deux bords opposés des premiers cadres 13 qui sont en regard des extrémités des tubes d'échange thermique 5. Il s'agit ici des bords latéraux des premiers cadres 13.

Seul un bord latéral 13A est visible sur la figure 2.

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

Selon un mode de réalisation, au moins un bord latéral 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.

-13-

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.

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 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.

Les arches sont 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 cadres 15.

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 avec au moins une anse 134 qui lorsqu'au moins un tube d'échange thermique 5 est agencé dans le premier cadre 13 permet de définir une ouverture traversante permettant l'écoulement du deuxième fluide. 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.

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 et 3 illustrent un
5 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.

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.

10 Cette cloison de séparation 135 est ici agencée dans le prolongement d'un pied d'arche 133.

Dans l'exemple illustré sur la figure 2, 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 pour recevoir
15 chacun un tube d'échange thermique 5.

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.

20 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

25 En référence à la figure 3, on décrit maintenant les deuxièmes cadres 15.

Les deuxièmes cadres 15 peuvent être au moins partiellement réalisés en aluminium.

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

30 De façon similaire aux premiers cadres 13, les deuxièmes cadres 15 présentent :

-15-

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

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.

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.

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.

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

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

-16-

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.

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

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.

Plus particulièrement, chaque deuxième cadre 15 définit une largeur interne et
10 une longueur interne. 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.

En outre, les bords latéraux des deuxièmes cadres 15 peuvent être légèrement
15 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.

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

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

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

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
30 pas entre deux étages de tubes d'échange thermique 5.

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.

5 Un tel deuxième cadre d'extrémité peut être mis en place pour des raisons de tenue mécanique.

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

10 Selon le mode de réalisation illustré sur la figure 3, les deuxièmes cadres 15 permettent une circulation en deux passes du deuxième fluide. 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.

15 Il s'agit donc d'une barrette interne 150. Dans l'exemple illustré, la barrette 150 permet de conformer le deuxième canal de circulation 9 sensiblement en « U ».

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.

20 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.

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

25 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.

30 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.

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

5 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.

10 On définit ainsi de chaque côté de la barrette 150, l'entrée et la sortie du trajet d'écoulement pour le deuxième fluide. La barrette 150 peut aussi être qualifiée de languette. En outre, la barrette 150 est sensiblement de même épaisseur que le deuxième cadre 15.

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

Avantageusement, la barrette interne 150 s'étend sur une longueur au moins égale à la moitié de la longueur interne d'un deuxième cadre 15.

20 Selon la variante de réalisation illustrée en référence aux figures 2 et 3, les barrettes internes 150 des deuxièmes cadres 15 se trouvent en regard des cloisons 135 de premiers cadres 13.

De façon complémentaire aux premiers cadres 13, les deuxièmes cadres 15, en particulier les deuxièmes 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 deuxièmes cadres 15, en particulier intercalaires.

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 fluidique des premiers cadres de réception 13, délimitées ici par la succession d'arches.

30 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.

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.

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

Selon l'exemple illustré sur la figure 3, les deuxièmes cadres 15 présentent respectivement un nombre prédéfini d'ouvertures traversantes 152, ici deux ouvertures traversantes 152, de mise en communication fluidique.

10 Ces ouvertures traversantes 152 sont ici agencées sur les bords longitudinaux des deuxièmes 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.

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

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.

20 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.

Plus précisément, selon l'exemple illustré, les deuxièmes cadres 15 présentent des anses 153 qui permettent de délimiter les ouvertures traversantes 152.

25 Les anses 153 des deuxièmes 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.

30 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 3 illustre un deuxième

exemple de réalisation des anses 153 dont le contour est de forme plus rectiligne.

Bien entendu, lorsque les anses 134 des premiers cadres 13 sont réalisées selon le premier exemple de réalisation, les anses 153 des deuxièmes cadres 15 sont réalisées de façon similaire selon le premier exemple de réalisation.

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

10 Parmi les deux anses 153 des deuxièmes 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.

15 Par ailleurs, les deuxièmes cadres 15, notamment les deuxièmes 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 la figure 2.

20 Ce sont donc les deuxièmes 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 CO₂ sous haute pression circulant dans les tubes d'échange thermique 5.

25 Plus précisément, chaque deuxième cadre 15, notamment intercalaire, présente avantageusement au moins un orifice de retournement 155 (voir figure 3) 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 évidemment 131, des premiers cadres 13 de part et d'autre du deuxième cadre 15 intercalaire.

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.

30 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. 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 deuxièmes cadres 15, notamment intercalaires.

5 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.

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

En particulier, chaque orifice de retournement 155 agencé en regard d'un
15 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. À titre d'exemple, l'orifice de retournement 155 présente une forme sensiblement oblongue.

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

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 selon le deuxième mode de réalisation. L'échangeur thermique 1
25 est alors à double circulation en « U ».

Turbulateurs

Comme dit précédemment, des turbulateurs 11 de l'écoulement du deuxième fluide sont avantageusement agencés dans les deuxièmes canaux de circulation 9.

Comme illustré sur la figure 2, des plaques de perturbation 12 peuvent être
5 disposées dans les deuxièmes cadres 15.

Les plaques de perturbation 12 présentent respectivement une pluralité de turbulateurs 11, par exemple de forme sensiblement en créneaux, en relief sur la plaque de perturbation 12, formant saillies dans les deuxièmes canaux de circulation 9. Les créneaux peuvent être réalisés par emboutissage.

10 Selon une variante de réalisation non illustrée, dans laquelle le deuxième fluide est apte à circuler en une passe, une seule plaque de perturbation 12 peut être agencée dans un deuxième cadre 15.

La plaque de perturbation 12 présente un bord dit bord d'entrée, par lequel le deuxième fluide entre en contact avec la plaque de perturbation 12 lorsqu'il circule dans
15 le deuxième canal de circulation 9 dans lequel la plaque de perturbation 12 est agencée, et un bord dit bord de sortie, qui est le dernier bord de la plaque de perturbation 12 avec lequel le deuxième fluide est en contact lorsqu'il quitte le deuxième canal de circulation 9.

Dans le cas particulier d'une circulation en au moins deux passes, par exemple
20 sensiblement en « U » du deuxième fluide tel qu'illustré sur les figures 1 à 3, on peut agencer deux plaques de perturbation 12 dans un deuxième cadre 15.

Chacune des plaques de perturbation 12 présente un bord d'entrée 120a, par lequel le deuxième fluide entre en contact avec la plaque de perturbation 12 et un bord de sortie 120b, qui est le dernier bord de la plaque de perturbation 12 avec lequel le
25 deuxième fluide est en contact lorsqu'il termine une passe de circulation.

En particulier, une plaque de perturbation 12 peut être agencée de chaque côté de la barrette 150 lorsqu'elle est prévue à l'intérieur du deuxième cadre 15.

Avantageusement, les plaques de perturbation 12 ne s'étendent pas sur toute la longueur d'un deuxième cadre 15, de sorte qu'il n'y a pas de turbulateurs 11 au niveau
30 de l'entrée et/ou de la sortie du fluide, ce qui permet de limiter les pertes de charge.

-23-

Autrement dit, on définit ainsi au moins une zone Z dépourvue de turbulateurs 11 dans le deuxième canal de circulation 9 à proximité de l'entrée du deuxième fluide, voire également à proximité de la sortie du deuxième fluide.

À titre d'exemple, les bords d'entrée 120a et de sortie 120b de la plaque de perturbation 12 peuvent s'étendre sensiblement parallèlement aux bords latéraux des deuxièmes cadres 15.

Les bords d'entrée 120a et de sortie 120b de la plaque de perturbation 12 peuvent être sensiblement droits. Dans cet exemple avec des bords d'entrée et/ou de sortie 120a, 120b sensiblement droits et parallèles aux bords latéraux des deuxièmes cadres 15, la ou chaque zone Z dépourvue de turbulateurs 11 peut alors être sensiblement rectangulaire. Bien entendu toute autre forme peut être envisagée.

Selon le mode de réalisation illustré sur les figures 2 à 6, au moins un bord d'entrée 120a ou de sortie 120b, de préférence les deux bords d'entrée 120a et de sortie 120b, de chaque plaque de perturbation 12, ne sont plus parallèles aux bords latéraux du deuxième cadre 15 recevant la ou les plaques de perturbation 12.

En effet, selon cette variante, le(s) bord(s) d'entrée 120a et/ou de sortie 120b des plaques de perturbation 12 progresse(nt) selon une direction oblique, par exemple de l'ordre de 45°, par rapport aux bords latéraux des deuxièmes cadres 15. Les bords d'entrée 120a et/ou de sortie 120b forment donc des bords obliques par rapport aux bords latéraux du deuxième cadre 15.

Les bords d'entrée 120a et/ou de sortie 120b sont également obliques par rapport aux bords longitudinaux du deuxième cadre 15.

En particulier, les deux bords d'entrée 120a et de sortie 120b d'une plaque de perturbation 12 s'étendent selon des directions obliques parallèles (voir figure 3).

Dans ce cas, les plaques de perturbation 12 peuvent présenter respectivement une forme générale sensiblement en parallélogramme.

Avantageusement, le bord d'entrée 120a oblique est orienté de manière à libérer le passage pour le fluide à proximité de l'anse 153 définissant l'ouverture 152 permettant l'introduction du deuxième fluide.

Autrement dit, au voisinage de l'entrée pour le deuxième fluide, le deuxième

canal 9 de circulation pour le deuxième fluide est exempt de turbulateurs 11. Cela forme dans cet exemple une zone Z sensiblement triangulaire dépourvue de turbulateurs 11. Cette configuration permet de faciliter le remplissage du deuxième canal 9 de circulation.

5 De façon similaire, le bord de sortie 120b oblique est orienté de manière à libérer le passage pour le fluide à proximité de l'anse 153 définissant l'ouverture 152 permettant l'évacuation du deuxième fluide.

Autrement dit, au voisinage de la sortie pour le deuxième fluide, le deuxième canal 9 de circulation pour le deuxième fluide est exempt de turbulateurs 11.

10 Cela forme dans cet exemple une zone Z sensiblement triangulaire dépourvue de turbulateurs 11. Cette configuration permet de faciliter l'évacuation du deuxième fluide hors du deuxième canal 9 de circulation.

De tels bords obliques 120a, 120b permettent donc d'améliorer l'écoulement du deuxième fluide et donc la performance d'échange thermique.

15 Dans le cas particulier d'un deuxième cadre 15 présentant au moins une barrette 150 interne pour séparer deux passes de circulation du deuxième fluide, le(s) bord(s) d'entrée 120a et/ou de sortie 120b oblique(s) progresse(nt) depuis la barrette 150 interne vers un bord longitudinal du deuxième cadre 15, pour définir la zone Z, ici sensiblement triangulaire, dépourvue de turbulateurs 11 au voisinage de l'ouverture ou des ouvertures
20 traversantes 152.

Cette forme particulière permet encore mieux de limiter les pertes de charge et d'améliorer l'écoulement du deuxième fluide.

En alternative, pour une circulation sensiblement en « U » du deuxième fluide, au lieu d'agencer deux plaques de perturbation 12, une seule plaque de perturbation 12
25 comprenant au moins deux zones de turbulation 121 peut être agencée dans un deuxième cadre 15.

Seules les différences par rapport aux variantes de réalisation de la plaque de perturbation 12 précédemment décrites sont détaillées ci-après.

La figure 4 illustre un exemple de réalisation d'une plaque de perturbation 12
30 comprenant au moins deux zones de turbulation 121.

-25-

La plaque de perturbation 12 présente une forme sensiblement en « U » avec une zone de turbulation 121 sur chaque branche du « U ». Les deux zones de turbulation 121 sont ainsi agencées en parallèle.

5 Chaque zone de turbulation 121 présente des turbulateurs 11 de l'écoulement du deuxième fluide.

Dans ce cas, la plaque de perturbation 12 présente au niveau de chaque zone de turbulation 121 un bord d'entrée 120a, par lequel le deuxième fluide entre en contact avec la zone de turbulation 121 et un bord de sortie 120b, qui est le dernier bord avec lequel le deuxième fluide est en contact avec la zone de turbulation 121 lorsqu'il
10 termine une passe.

De façon préférée, la plaque de perturbation 12 présente au niveau de chaque zone de turbulation 121 des bords d'entrée 120a et de sortie 120b obliques par rapport aux bords latéraux du deuxième cadre 15 destinés à recevoir la plaque de perturbation 12. En particulier, chaque zone de turbulation 121 présente une forme générale
15 sensiblement de parallélogramme.

Les bords obliques 120a, 120b en sortie d'une zone de turbulation 121 et en entrée d'une autre zone de turbulation 121 adjacente, sont donc au niveau du retournement du deuxième fluide et permettent de faciliter le demi-tour du deuxième fluide.

20 La plaque de perturbation 12 présente de plus, un creux 122 sensiblement central entre les deux zones de turbulation 121 s'étendant selon la direction d'écoulement du deuxième fluide, dans cet exemple parallèlement aux bords longitudinaux du deuxième cadre 15.

Lors de l'agencement de la plaque de perturbation 12 selon cette variante dans le
25 deuxième cadre 15, la barrette 150 se retrouve agencée dans ce creux 122.

En outre, la plaque de perturbation 12 comprend de plus une zone de liaison 123 des deux zones de turbulation 121.

Cette zone de liaison 123 est avantageusement plane et dépourvue de turbulateurs 11. La zone de liaison 123 forme ainsi une zone de retournement ou pour le
30 demi-tour du deuxième fluide.

De plus, selon l'exemple illustré, les bords latéraux délimitant cette zone de liaison 123, qui correspondent au bord de sortie 120b d'une des zones de turbulence 121 et au bord d'entrée 120a de l'autre zone de turbulence 121, sont obliques.

Les bords longitudinaux de cette zone de liaison 123 s'étendent parallèlement
5 aux bords latéraux du deuxième cadre 15. Les bords longitudinaux de la zone de liaison 123 peuvent être sensiblement droits.

Les figures 5 et 6 illustrent une autre variante de réalisation selon laquelle la plaque de perturbation 12 ne présente plus une forme en « U » avec une zone de liaison 123 des deux zones de turbulence 121 au niveau du retournement du deuxième fluide,
10 mais une zone de liaison 125 agencée entre les deux zones de turbulence 121 en s'étendant de façon sensiblement parallèle à la direction d'écoulement du deuxième fluide, soit dans cet exemple parallèlement aux bords longitudinaux du deuxième cadre 15. Dans cet exemple, la zone de liaison 125 est donc agencée à la place du creux 122 prévu dans la solution précédente.

15 La zone de liaison 125 est alors agencée en regard de la barrette interne 150 prévue sur un deuxième cadre 15.

Selon encore une variante non illustrée, la zone de liaison 125 prévue sur la plaque de perturbation 12 des figures 5 et 6 est prévue pour assurer la séparation de deux passes pour le deuxième fluide, de sorte qu'il n'est plus nécessaire de prévoir la
20 barrette 150 à l'intérieur du deuxième cadre 15.

Dans ce cas, la zone de liaison 125 est suffisamment haute ou épaisse pour venir en contact avec l'étage au-dessus et l'étage en-dessous du deuxième cadre 15.

Ainsi, la forme de la plaque de perturbation 12 portant les turbulateurs 11 de l'écoulement du deuxième fluide peut être adaptée et conçue pour limiter les pertes de
25 charge et améliorer l'écoulement du deuxième fluide.

En particulier, libérer l'entrée de fluide, voire également la sortie de fluide, avec un bord 120a ou 120b oblique ou en biais permet d'optimiser l'écoulement du deuxième fluide et donc les performances d'échange thermique tout en limitant les pertes de charge.

REVENDEICATIONS

1. Échangeur thermique (1) entre au moins un premier fluide et un deuxième fluide, notamment pour véhicule automobile, ledit échangeur (1) comportant un faisceau
5 d'échange thermique (3) comprenant :
 - des premiers canaux de circulation du premier fluide,
 - des deuxièmes canaux de circulation (9) pour le deuxième fluide alternés avec les premiers canaux de circulation et présentant respectivement au moins une entrée de fluide et au moins une sortie de fluide (152), et
 - 10 – des turbulateurs (11) de l'écoulement du deuxième fluide agencés dans les deuxièmes canaux de circulation (9),
caractérisé en ce que les deuxièmes canaux de circulation (9) présentent respectivement une zone (Z) dépourvue de turbulateurs (11) à proximité de l'entrée de fluide et/ou de la sortie de fluide (152).
- 15
2. Échangeur thermique (1) selon la revendication précédente, comprenant des plaques de perturbation (12) agencées dans les deuxièmes canaux de circulation (9) et présentant respectivement une pluralité de turbulateurs (11), et dans lequel les plaques de perturbation (12) présentent respectivement au moins un bord d'entrée
20 (120a) et/ou de sortie (120b) de fluide, agencé de façon oblique par rapport à la direction d'écoulement du deuxième fluide.
3. Échangeur thermique (1) selon la revendication précédente, dans lequel les plaques de perturbation (12) présentent respectivement deux bords opposés d'entrée (120a)
25 et de sortie (120b) de fluide, les deux bords opposés (120a, 120b) s'étendant sensiblement parallèlement selon une direction oblique par rapport à la direction d'écoulement du deuxième fluide.
4. Échangeur thermique (1) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel
30 – les plaques de perturbation (12) comprennent respectivement au moins deux

-28-

zones de turbulence (121) présentant les turbulateurs (11) de l'écoulement du deuxième fluide et une zone de liaison (123 ; 125) des deux zones de turbulence (121), la zone de liaison (123 ; 125) étant sensiblement plane et dépourvue de turbulateurs (11), et

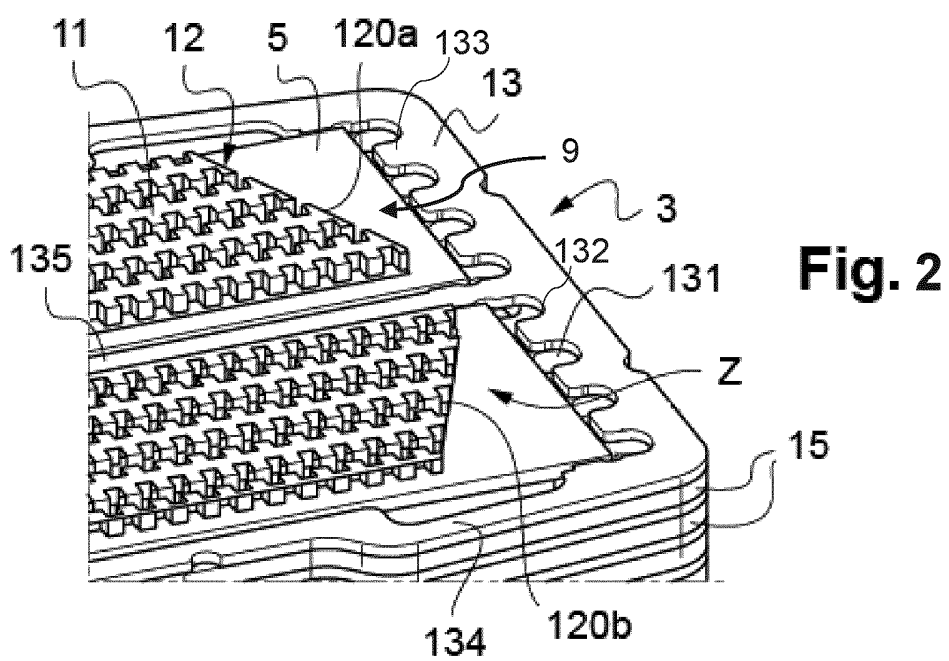
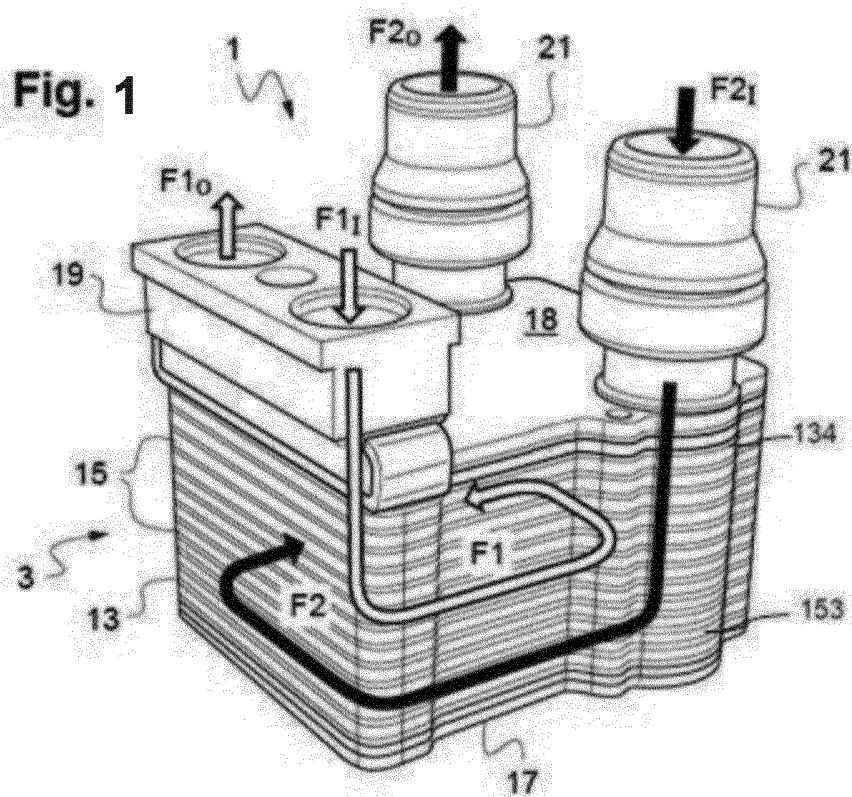
- 5 – chaque zone de turbulence (121) présente au moins un bord d'entrée (120a) et/ou de sortie (120b) agencé de façon oblique par rapport à la direction d'écoulement du deuxième fluide.
5. Échangeur thermique (1) selon la revendication précédente, dans lequel chaque zone
10 de turbulence (121) présente une forme générale sensiblement de parallélogramme.
6. Échangeur thermique (1) selon l'une des revendications 4 ou 5, dans lequel le deuxième fluide est destiné à circuler en au moins deux passes dans chaque deuxième canal (9), et dans lequel la zone de liaison (123) forme une zone de
15 retournement pour le deuxième fluide.
7. Échangeur thermique (1) selon la revendication précédente, dans lequel la plaque de perturbation (12) présente un creux (122) entre les deux zones de turbulence (121) s'étendant selon la direction d'écoulement du deuxième fluide.
- 20 8. Échangeur thermique (1) selon l'une des revendications 4 ou 5, dans lequel la zone de liaison (125) s'étend parallèlement à la direction d'écoulement du deuxième fluide entre les deux zones de turbulence (121).
- 25 9. Échangeur thermique (1) selon la revendication précédente, dans lequel le deuxième fluide est destiné à circuler en au moins deux passes dans chaque deuxième canal (9), et dans lequel la zone de liaison (125) est conformée pour venir en contact avec les tubes d'échange thermique (5) de part et d'autre du deuxième canal (9), de manière à former une séparation entre les deux passes de circulation.
- 30 10. Échangeur thermique (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes,

-29-

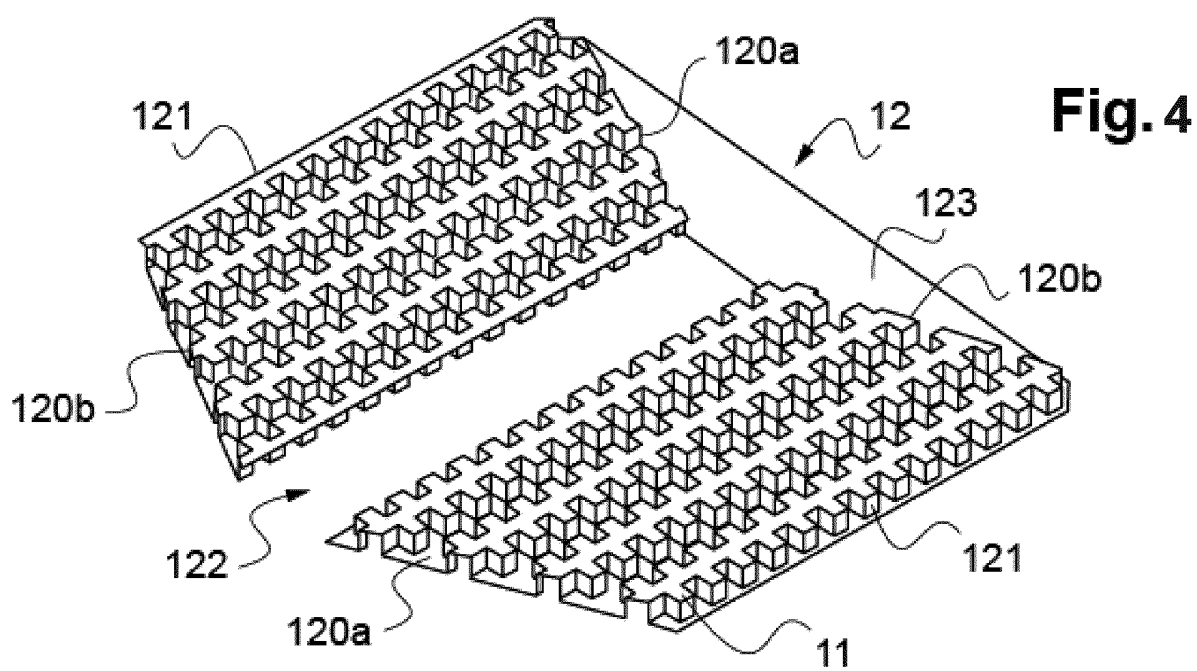
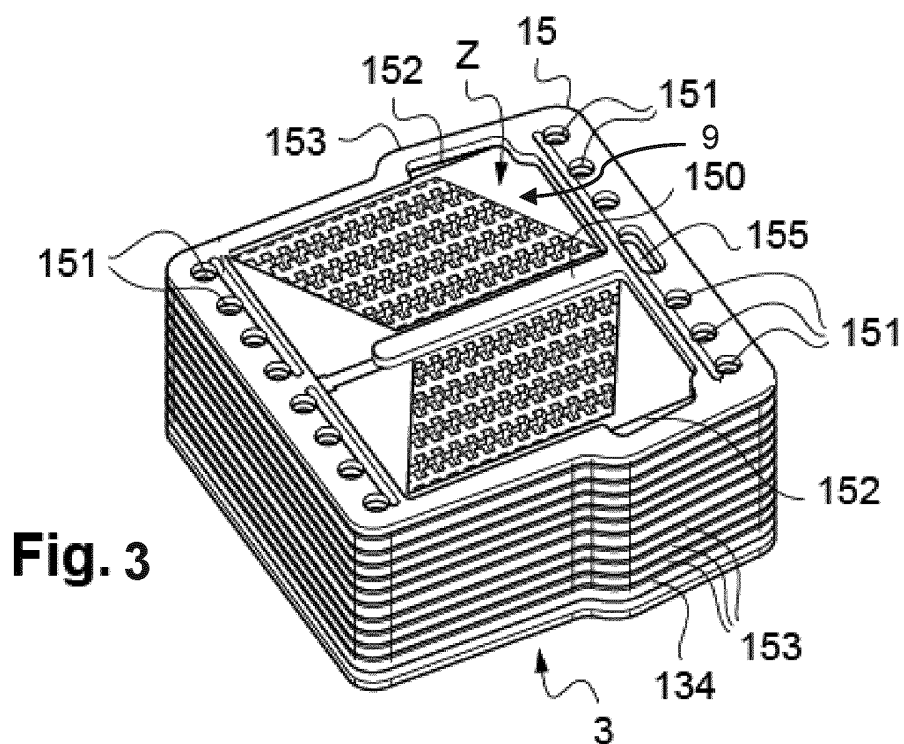
dans lequel les turbulateurs (11) sont réalisés sous forme sensiblement en créneaux et en relief sur les plaques de perturbation (12).

- 5 11. Échangeur thermique (1) selon la revendication précédente, comprenant un empilement alterné de premiers cadres (13) et de deuxièmes cadres (15), et dans lequel les plaques de perturbation (12) sont agencées dans les deuxièmes cadres (15).
- 10 12. Échangeur thermique (1) selon la revendication précédente, dans lequel les plaques de perturbation (12) présentent respectivement au moins un bord d'entrée (120a) et/ou de sortie (120b) de fluide, agencé de façon oblique par rapport à au moins un bord des deuxièmes cadres (15).
- 15 13. Échangeur thermique (1) selon l'une des revendications 11 ou 12 comprenant une pluralité de tubes d'échange thermique (5) définissant les premiers canaux de circulation du premier fluide, agencés dans les premiers cadres (13) et dans lequel les plaques de perturbation (12) sont disposées en alternance avec les tubes d'échange thermique (5).

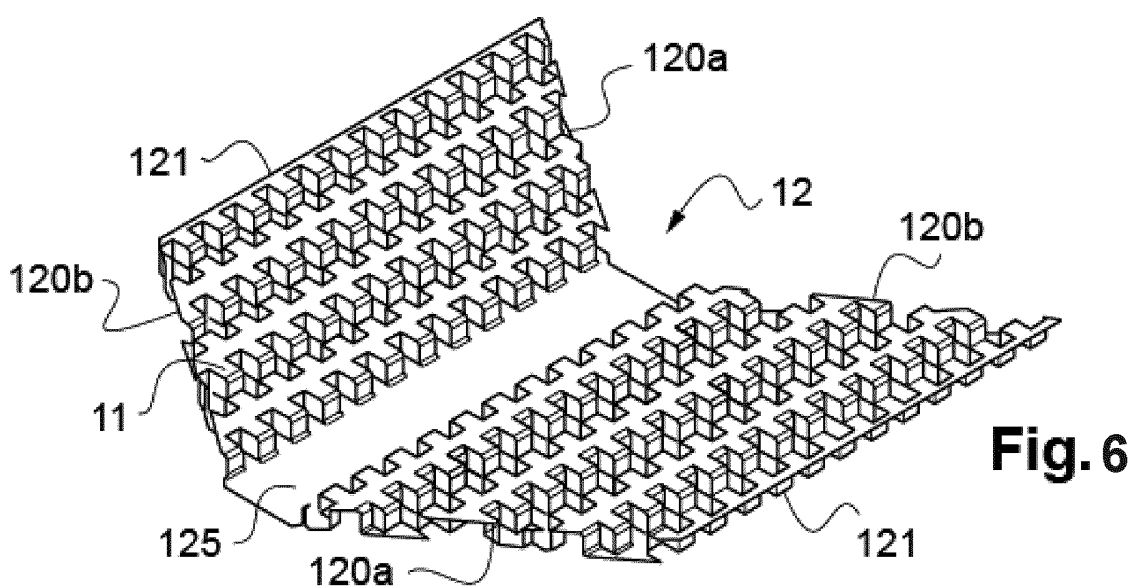
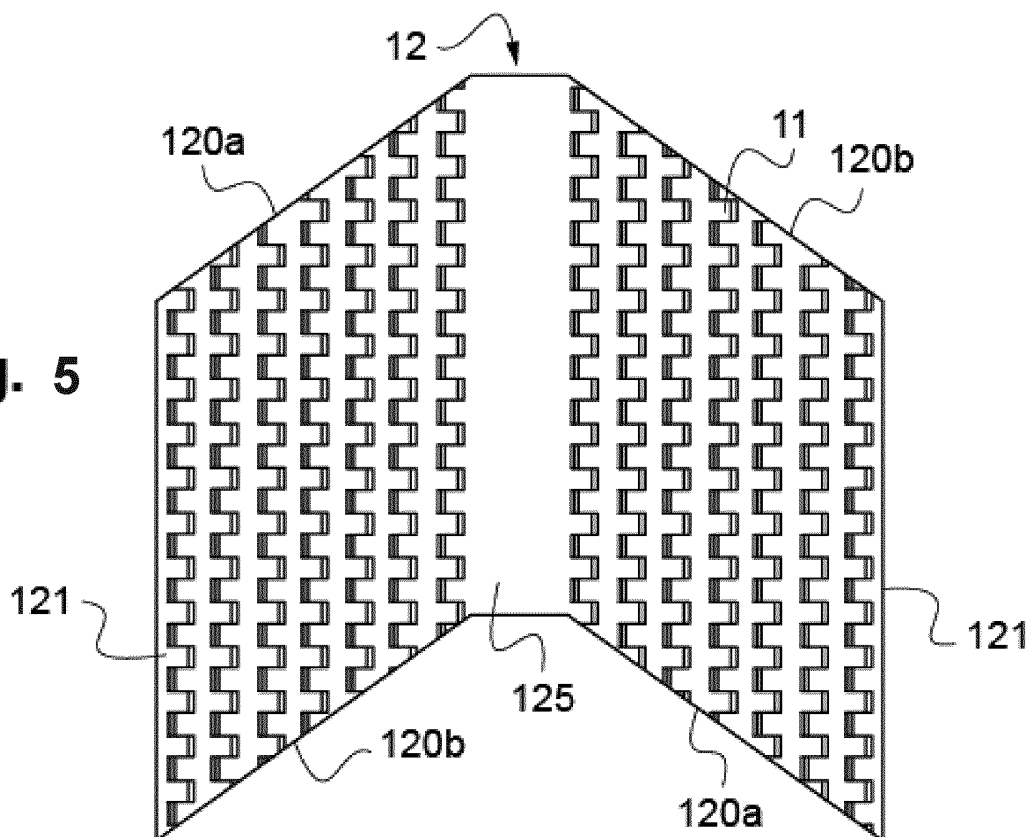
1/3



2/3



3/3

Fig. 5



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

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

N° d'enregistrement
national

FA 819086
FR 1562895

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	CA 2 298 118 A1 (LONG MFG LTD [CA]) 5 août 2000 (2000-08-05)	1,4-10	F28F3/04 F28D3/00
Y	* figures 1,5-7 *	2,3, 11-13	
X	----- CN 203 785 330 U (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 20 août 2014 (2014-08-20) * figures 1-3 *	1,10	
X	----- WO 2014/125566 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP]; ITO DAISUKE [JP]) 21 août 2014 (2014-08-21) * figures 1-3 *	1,10	
Y	----- EP 1 306 639 A2 (MODINE MFG CO [US]) 2 mai 2003 (2003-05-02) * figures 9-10 *	2,3	
Y	----- FR 2 912 811 A1 (VALEO SYSTEMES THERMIQUES [FR]) 22 août 2008 (2008-08-22) * figures 1-2 *	11-13	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F28F F28D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
9 septembre 2016		Vassoille, Bruno	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
<p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p>			
<p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>			

1

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE**RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1562895 FA 819086**

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

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 09-09-2016

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

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
CA 2298118	A1	05-08-2000	AUCUN	

CN 203785330	U	20-08-2014	CN 203785330 U	20-08-2014
			EP 2977704 A1	27-01-2016
			WO 2014147804 A1	25-09-2014

WO 2014125566	A1	21-08-2014	CN 203758092 U	06-08-2014
			WO 2014125566 A1	21-08-2014

EP 1306639	A2	02-05-2003	DE 60216875 T2	18-10-2007
			EP 1306639 A2	02-05-2003
			JP 2003178784 A	27-06-2003
			US 2003077490 A1	24-04-2003
			US 2005287409 A1	29-12-2005

FR 2912811	A1	22-08-2008	EP 2140218 A1	06-01-2010
			FR 2912811 A1	22-08-2008
			WO 2008107032 A1	12-09-2008
