

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
—  
**INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**  
—  
COURBEVOIE  
—

①① **N° de publication :** **3 065 793**  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)  
②① **N° d'enregistrement national :** **17 53815**  
⑤① Int Cl<sup>8</sup> : **F 28 D 7/00** (2017.01), F 01 P 5/02, F 01 P 11/10,  
F 04 D 29/40, F 28 D 7/10

⑫

## BREVET D'INVENTION

**B1**

⑤④ **MODULE D'ECHANGE DE CHALEUR A COLLECTEUR DOUBLE D'AIR ET DE FLUIDE.**

②② **Date de dépôt :** 28.04.17.

③③ **Priorité :**

④③ **Date de mise à la disposition du public  
de la demande :** 02.11.18 Bulletin 18/44.

④⑤ **Date de la mise à disposition du public du  
brevet d'invention :** 19.04.19 Bulletin 19/16.

⑤⑥ **Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche :**

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥⑥ **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) :** LISSNER MICHAEL, AZZOUZ  
KAMEL, BORDES FRANCOIS et GARNIER  
SEBASTIEN.

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

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

**FR 3 065 793 - B1**



## MODULE D'ÉCHANGE DE CHALEUR À COLLECTEUR DOUBLE D'AIR ET DE FLUIDE

La présente invention concerne un module d'échange de chaleur comprenant un échangeur de chaleur et un dispositif de ventilation destiné à générer un flux d'air en direction de l'échangeur de chaleur.

5 Un échangeur de chaleur comprend généralement des tubes, dans lesquels un fluide caloporteur est destiné à circuler, et des éléments d'échange de chaleur reliés à ces tubes, souvent désignés par le terme « ailettes » ou « intercalaires ».

Les ailettes permettent d'augmenter la surface d'échange de chaleur entre les tubes et l'air ambiant. Toutefois, afin d'augmenter l'échange de chaleur entre le fluide  
10 caloporteur et l'air ambiant, il est fréquent qu'un dispositif de ventilation soit utilisé en sus pour générer un flux d'air dirigé vers les tubes et les ailettes.

Un tel dispositif de ventilation comprend le plus souvent un ventilateur à hélice, ce qui présente de nombreux inconvénients.

En premier lieu, l'ensemble formé par le ventilateur à hélice et son système de  
15 motorisation occupe un volume important.

De plus, la distribution de l'air ventilé par l'hélice, souvent placée face au centre de la rangée de tubes caloporteurs, n'est pas homogène sur l'ensemble de la surface de l'échangeur de chaleur. En particulier, certaines régions de l'échangeur de chaleur, comme les extrémités des tubes caloporteurs et les coins de l'échangeur de chaleur, ne  
20 sont pas ou peu atteintes par le flux d'air ventilé par l'hélice.

Enfin, lorsque la mise en marche du dispositif de ventilation ne s'avère pas nécessaire, notamment lorsque le flux d'air ambiant créé par le mouvement du véhicule automobile suffit à refroidir le fluide caloporteur, les pales de l'hélice masquent en partie l'échangeur de chaleur. Ainsi, une partie de l'échangeur de chaleur n'est pas ou peu  
25 ventilé par le flux d'air ambiant dans ce cas, ce qui limite l'échange de chaleur entre l'échangeur de chaleur et le flux d'air ambiant.

Par ailleurs, il est connu du brevet allemand DE 10 2011 120 865 un véhicule automobile présentant un dispositif de ventilation et un échangeur de chaleur, le dispositif de ventilation étant adapté à générer un flux d'air à travers l'échangeur de  
30 chaleur. Le dispositif de ventilation est adapté à créer un flux d'air secondaire à partir d'un flux primaire émis depuis un ou plusieurs éléments annulaires, le flux d'air secondaire étant beaucoup plus fort que le flux d'air primaire. Dans un tel véhicule automobile, chaque élément annulaire est alimenté en flux d'air primaire par un unique ventilateur, disposé à l'extérieur de l'élément annulaire, via un canal débouchant  
35 ponctuellement dans l'élément annulaire. Par conséquent, le flux d'air éjecté émis par

l'élément annulaire n'est pas homogène sur le contour de l'élément annulaire. Au contraire, le flux d'air émis est d'autant plus important qu'il est proche du ventilateur. Il s'en suit la création d'un flux d'air secondaire traversant l'échangeur de chaleur qui est inhomogène également.

5            Enfin, il est connu de la demande DE 10 2015 205 415 un dispositif de ventilation destiné à générer un flux d'air à travers un échangeur de chaleur comprenant un cadre creux et au moins une entretoise creuse, divisant la surface délimitée par le cadre en cellules. Le cadre et la ou les entretoises sont en communication de fluide avec une turbomachine d'alimentation en un flux d'air. La turbomachine est disposée à l'extérieur  
10 du cadre. Le cadre et éventuellement la ou les entretoises sont en outre munis d'une ouverture d'éjection du flux d'air les parcourant.

Là encore, le dispositif de ventilation ne permet pas de générer un flux d'air homogène à travers l'échangeur de chaleur. Au contraire, le flux d'air émis par le dispositif est d'autant plus important qu'il est éjecté du dispositif de ventilation à  
15 proximité de la turbomachine.

L'invention vise à proposer un module d'échange de chaleur perfectionné.

À cet effet, l'invention propose un module d'échange de chaleur comprenant :

- un échangeur de chaleur de véhicule automobile comprenant
  - o plusieurs tubes, dits tubes caloporteurs, dans lequel un fluide est destiné à  
20 circuler, et
  - o au moins un collecteur de fluide, relié aux tubes caloporteurs,  
et
- un dispositif de ventilation, destiné à générer un flux d'air en direction des tubes  
caloporteurs, comprenant
  - 25 o des conduits, dits conduits aérodynamiques, chaque conduit aérodynamique étant muni d'au moins une ouverture de passage d'un flux d'air traversant ledit conduit aérodynamique,
  - o au moins un collecteur d'air relié aux conduits aérodynamiques,  
le collecteur d'air et le collecteur de fluide étant réalisés au sein d'une même  
30 pièce.

Avantageusement, le fait que les collecteurs d'air et de fluide soient réalisés en une seule pièce a pour avantage qu'il n'est pas nécessaire de prévoir quatre collecteurs de part et d'autre de l'échangeur de chaleur, mais seulement deux. En outre, un collecteur réalisé d'un seul tenant, possède une résistance mécanique plus importante  
35 que deux collecteurs adjacents ou disposés côte-à-côte.

De préférence, le dispositif de ventilation comprend une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises seules ou en combinaison :

- le module d'échange de chaleur comprend en outre un dispositif de propulsion de fluide en communication de fluide avec un collecteur d'admission de fluide et/ou un dispositif de propulsion d'air en communication de fluide avec ledit au moins un collecteur d'air ;
- 5 - le ou les collecteurs d'air comportent des orifices, chaque conduit aérodynamique débouchant dans le ou chaque collecteur d'air par une de ses extrémités, dans un orifice distinct du ou de chaque collecteur d'air ;
- chaque conduit aérodynamique a au moins une ouverture, distincte de ses extrémités, en dehors du ou de chaque collecteur d'air ;
- 10 - chaque collecteur de fluide est emboîté dans un collecteur d'air respectif ;
- chaque collecteur de fluide est assemblé à un collecteur d'admission d'air respectif par brasage, collage ou sertissage ;
- chaque collecteur de fluide est venu de matière avec un collecteur d'air respectif ;
- 15 - chaque collecteur de fluide et/ou chaque collecteur d'air est/sont réalisé/s en aluminium, en matériau polymère ou en polyamide, de préférence en PA66 ;
- chaque collecteur de fluide comprend une première bouche et chaque collecteur d'admission d'air comprend une deuxième bouche, la première et la deuxième bouches s'étendant selon une même direction ;
- 20 - le collecteur de fluide comprend une première bouche et le collecteur d'admission d'air comprend une deuxième bouche, la première et la deuxième bouches étant tubulaires ;
- le collecteur d'air comprend une pluralité de portion tubulaire, chaque conduit aérodynamique débouchant par une extrémité dans une portion tubulaire distincte du collecteur d'air ;
- 25 - le module d'échange de chaleur comprend un collecteur d'admission de fluide, un collecteur d'évacuation de fluide et deux collecteurs d'admissions d'air, le collecteur d'admission de fluide et un premier collecteur d'admission d'air étant réalisés au sein d'une même première pièce, et le collecteur d'évacuation de fluide et le deuxième collecteur d'admission d'air étant de préférence réalisés au sein d'une même deuxième pièce, distincte de la première pièce ;
- 30 - les conduits caloporteurs débouchent à une première extrémité dans ledit collecteur d'admission de fluide et, à leurs extrémités opposées, dans ledit collecteur d'évacuation de fluide, de préférence par des orifices distincts ;
- 35 - les conduits aérodynamiques sont des tubes, dits tubes aérodynamiques, de préférence sensiblement rectilignes et/ou parallèles entre eux et/ou alignés

pour former une rangée de tubes aérodynamiques ;

- le au moins un collecteur d'air comporte des orifices, chaque conduit aérodynamique débouchant par une de ses extrémités dans un orifice distinct du au moins un collecteur d'air, l'ouverture de passage de chaque conduit aérodynamique étant distincte de ses extrémités et située à l'extérieur du au moins un collecteur d'air, et dans lequel chaque conduit aérodynamique a, sur au moins un tronçon, une section comprenant :
  - un bord d'attaque ;
  - un bord de fuite opposé au bord d'attaque ;
  - un premier et un deuxième profils, s'étendant chacun entre le bord d'attaque et le bord de fuite,
 ladite au moins une ouverture du conduit étant sur le premier profil, ladite au moins une ouverture étant configurée de sorte que le flux d'air éjecté par ladite au moins une ouverture s'écoule le long d'au moins une partie du premier profil ;
- chaque conduit aérodynamique a en outre au moins une deuxième ouverture sur le deuxième profil, configurée pour qu'un flux d'air sortant de la deuxième ouverture s'écoule le long d'au moins une partie du deuxième profil, les premier et deuxième profils de chaque conduit étant de préférence sensiblement symétriques par rapport à la corde reliant le bord d'attaque et le bord de fuite ; et
- les conduits caloporteurs sont des tubes, dits tubes caloporteurs, de préférence sensiblement rectilignes et/ou parallèle entre eux et/ou alignés pour former une rangée de tubes caloporteurs.

25

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en perspective d'un premier exemple d'un module d'échange de chaleur avec un échangeur de chaleur et une partie d'un dispositif de ventilation ;
- la figure 2 est une vue en perspective du module d'échange de chaleur de la figure 1 selon un autre angle de vue ;
- la figure 3 est une vue en perspective d'un collecteur bi-fluides du module d'échange de chaleur de la figure 1 ;
- la figure 4 est une vue de côté du collecteur bi-fluides de la figure 3 selon un premier angle de vue ;
- la figure 5 est une vue de côté du collecteur bi-fluides de la figure 3 selon un

30

35

- deuxième angle de vue ;
- la figure 6 est une vue de côté du collecteur bi-fluides de la figure 3 selon un troisième angle de vue ;
  - la figure 7 est une vue de côté du collecteur bi-fluides de la figure 3 et coupé selon le plan VII-VII ;
  - la figure 8 est une vue en perspective du module d'échange de chaleur de la figure 1 coupé selon le plan X-X ;
  - la figure 9 est une vue schématique en perspective d'une partie de tubes de ventilation et de tubes caloporteurs de la figure 1 ;
  - la figure 10 est une vue schématique en coupe selon le plan X-X de la partie de tubes de ventilation et de tubes caloporteurs de la figure 1 ;
  - la figure 11 est une vue en coupe selon le plan X-X d'un tube de ventilation de la figure 1 ;
  - la figure 12 est une vue en perspective d'un deuxième exemple de module d'échange de chaleur avec un échangeur de chaleur et un dispositif de ventilation ;
  - la figure 13 est une vue en perspective d'un tube de ventilation de la figure 12 coupé selon le plan XIV-XIV ;
  - la figure 14 est une vue en coupe selon le plan XIV-XIV d'un tube de ventilation de la figure 12 ;
  - les figures 15a et 15b sont des vues similaires à la figure 14 de variantes d'un troisième exemple de tube de ventilation ;
  - la figure 16 est une vue similaire à la figure 9 selon le troisième exemple du tube de ventilation ;
  - la figure 17 est une vue similaire à la figure 13 d'un tube de ventilation selon un quatrième exemple de réalisation ;
  - la figure 18 est une vue similaire à la figure 11 d'un tube de ventilation selon le quatrième exemple de réalisation ;
  - la figure 19 est une vue schématique en perspective d'une partie d'un dispositif d'alimentation selon un quatrième exemple de réalisation du tube de ventilation ;
  - la figure 20 est une vue similaire à la figure 8 d'un module d'échange de chaleur muni d'un dispositif de ventilation selon le quatrième exemple de réalisation du tube de ventilation ;
  - la figure 21 est une vue similaire aux figures 13 et 17 d'un tube de ventilation selon un cinquième exemple de réalisation ;
  - la figure 22 est une vue similaire à la figure 20 d'un module d'échange de

- chaleur muni d'un dispositif de ventilation selon le cinquième exemple de réalisation du tube de ventilation ;
- la figure 23 est une vue en perspective d'un dispositif de ventilation selon un autre exemple ;
- 5
- la figure 24 est une vue partielle en perspective du dispositif de la figure 23 ;
  - la figure 25 est une vue en coupe selon le plan IV-IV de la figure 23 ;
  - la figure 26 est une vue en perspective d'un dispositif de ventilation selon encore un autre exemple ;
  - la figure 27 est une vue en coupe selon le plan VI-VI de la figure 26 ;
- 10
- la figure 28 est une vue partielle en perspective d'un dispositif de ventilation selon un autre exemple ;
  - la figure 29 est une vue en perspective d'une variante de turbomachine ;
  - la figure 30 est une vue partielle en perspective de la variante de turbomachine de la figure 29 ;
- 15
- la figure 31 est une vue similaire à la figure 13 d'un autre exemple de tube de ventilation ;
  - la figure 32 est une vue en coupe selon le plan XXXI-XXXI d'un autre exemple de tube de ventilation ;
  - les figures 33 à 36 sont des vues similaires à la figure 32 de variantes de tubes de ventilation, la figure 33 étant en particulier une vue en coupe selon le plan XXXI-XXXI du tube de ventilation de la figure 31 ;
- 20
- la figure 37 représente un exemple de variation de la pression statique obtenue au niveau d'un échangeur de chaleur en fonction de la hauteur des ouvertures des tubes de ventilation d'un exemple de dispositif de ventilation ;
- 25
- la figure 38 représente schématiquement la variation du profil de vitesse de l'air au voisinage d'un tube de ventilation d'un exemple de dispositif de ventilation ;
  - la figure 39 représente la variation de la distance nécessaire entre les tubes de ventilation du dispositif de ventilation et les tubes caloporteurs de l'échangeur de chaleur pour assurer un mélange homogène entre l'air éjecté par les tubes de ventilation et le flux d'air induit, en fonction de la vitesse du flux d'air éjecté par les tubes de ventilation ;
- 30
- la figure 40 illustre schématiquement des étapes de fabrication d'un exemple de tube de ventilation par pliage ;
- 35
- la figure 41 représente la variation du flux d'air total traversant un échangeur de chaleur en fonction du pas des tubes du dispositif de ventilation, pour trois exemples d'échangeurs de chaleur, respectivement à faibles pertes de

charge, à pertes de charges moyennes et à pertes de charge élevées ;

- la figure 42 représente en coupe longitudinale un autre exemple de tube de ventilation d'un dispositif de ventilation ;
- les figures 43 à 47 illustrent schématiquement des variantes d'alimentation en flux d'air des collecteurs d'admission d'air d'un exemple de dispositif de ventilation.

Sur les différentes figures, les éléments identiques ou similaires portent les mêmes références. La description de leur structure et de leur fonction n'est donc pas systématiquement reprise.

10

On a représenté à la figure 1 un premier exemple de réalisation d'un module d'échange de chaleur avec un échangeur de chaleur 1 destiné à équiper un véhicule automobile, équipé d'un dispositif de ventilation 2 selon un premier exemple de réalisation.

15

L'échangeur de chaleur 1 comprend des tubes caloporteurs 4 dans lesquels un fluide est destiné à circuler, ici de l'eau, du liquide de refroidissement ou du réfrigérant. Les tubes caloporteurs 4 sont ici sensiblement rectilignes et s'étendent selon une direction longitudinale. Les tubes caloporteurs forment ainsi des tubes caloporteurs 4. Les tubes caloporteurs 4 sont parallèles entre eux et alignés de manière à former une rangée. Les tubes sont sensiblement tous de la même longueur.

20

Plus particulièrement, dans l'exemple illustré, chaque tube caloporteur 4 a une section sensiblement oblongue, et est délimité par des première 4a et seconde 4b parois planes qui sont reliées à des ailettes 6 d'échange de chaleur. Pour des raisons de clarté, les ailettes 6 ne sont pas représentées sur la figure 1 ; les ailettes 6 sont néanmoins visibles, notamment sur les figures 9 et 10.

25

Le module d'échange de chaleur est équipé d'un dispositif de ventilation 2 comprenant une pluralité de conduits de ventilation 8. Les conduits de ventilation 8, de la même façon que les tubes caloporteurs 4, peuvent notamment être sensiblement rectilignes, de manière à former des tubes de ventilation 8. Les tubes de ventilation 8 sont en outre parallèles entre eux et alignés de manière à former une rangée de tubes de ventilation 8. Les tubes de ventilation 8 sont également de la même longueur. La longueur des tubes de ventilation 8 est par exemple sensiblement égale à la longueur des tubes caloporteurs 4.

30

Le dispositif de ventilation 2 est destiné à générer un flux d'air en direction des tubes caloporteurs 4.

35

Les tubes caloporteurs 4 et les tubes de ventilation 8 peuvent être tous parallèles entre eux, comme cela est illustré à la figure 1. Ainsi, les rangées de tubes de

ventilation 8 et de tubes caloporteurs 4 sont elles-mêmes parallèles. En outre, les tubes de ventilation 8 peuvent être disposés de sorte que chacun d'entre eux se trouve en vis-à-vis d'un tube caloporteur 4.

Le nombre de tubes de ventilation 8 peut être adapté au nombre de tubes caloporteurs 4. Par exemple, pour un échangeur de chaleur 1 classique, le dispositif de ventilation 2 peut comprendre par exemple au moins dix tubes de ventilation 8, de préférence au moins quinze tubes de ventilation 8, de préférence encore au moins vingt-quatre tubes de ventilation 8 et/ou au plus cinquante tubes de ventilation 8, de préférence au plus trente-six tubes de ventilation 8, de préférence encore au plus trente tubes de ventilation 8. L'échangeur de chaleur 1 peut par exemple comporter entre soixante et soixante-dix tubes caloporteurs 4.

Les tubes et le nombre de tubes de ventilation 8 du dispositif de ventilation 2 peuvent être tels qu'une section de passage d'air minimale entre les tubes du dispositif de ventilation, définie dans un plan sensiblement perpendiculaire au flux d'air à travers l'échangeur de chaleur 1, est comprise entre 15 et 50 % de la surface, de préférence entre 20 et 40%, et de préférence encore entre 25 et 30%, définie dans un plan perpendiculaire au flux d'air à travers l'échangeur de chaleur, entre deux tubes caloporteurs extrémaux.

De préférence, la surface frontale des tubes de ventilation 8, mesurée dans un plan sensiblement perpendiculaire au flux d'air traversant l'échangeur de chaleur 1, est inférieure à 85% de la surface frontale occupée par les tubes caloporteurs 4.

Par ailleurs, afin de limiter le volume occupé par le module d'échange de chaleur comprenant l'échangeur de chaleur 1 et le dispositif de ventilation 2, tout en obtenant des performances d'échange de chaleur similaires à celle d'un dispositif de ventilation à hélice, on peut disposer la rangée de tubes de ventilation 8 à une distance inférieure ou égale à 150 mm de la rangée de tubes caloporteurs 4, de préférence inférieure ou égale à 100 mm. Cette distance est de préférence supérieure ou égale à 5 mm, de préférence supérieure à 40 mm.

En effet, une distance trop courte entre les tubes de ventilation 8 et les tubes caloporteurs 4 risque de ne pas permettre un mélange homogène du flux d'air éjecté par les tubes de ventilation 8 avec le flux d'air induit. Un mélange inhomogène ne permet pas de refroidir de manière homogène les tubes caloporteurs 4, de correctement entrainer l'air ambiant vers les tubes caloporteurs, et induit en outre des pertes de charges qui peuvent être élevées.

Il a été constaté par ailleurs par les inventeurs qu'une distance trop grande (au-delà de 150 mm) n'apporte pas de nette amélioration d'un point de vue homogénéité du flux d'air éjecté par les tubes de ventilation 8 avec le flux d'air induit. Aussi, disposer la

rangée de tubes de ventilation 8 à une distance inférieure ou égale à 150 mm de la rangée de tubes caloporteurs 4 permet de ne pas compromettre la compacité du module d'échange de chaleur, tout en conservant un mélange homogène du flux d'air éjecté avec le flux d'air induit.

5 De même, toujours pour limiter le volume occupé par le module d'échange de chaleur, on peut s'assurer que la hauteur de la rangée de tubes de ventilation 8 (le terme hauteur se rapportant ici à la dimension correspondant à la direction selon laquelle les tubes de ventilation 8 sont alignés) est sensiblement égale ou inférieure à celle de la hauteur de la rangée de tubes caloporteurs 4, c'est-à-dire généralement  
10 entre 400 et 700 mm.. Par exemple, lorsque la hauteur de la rangée de tubes caloporteurs 4 est de 431 mm, on peut s'assurer que la hauteur de la rangée de tubes de ventilation 8 est sensiblement égale ou inférieure à cette valeur.

Le dispositif de ventilation 2 comprend en outre un dispositif d'alimentation 10 alimentant en air les tubes de ventilation 8 et alimentant en fluide les tubes caloporteurs  
15 4, dont une partie des éléments le constituant a été représentée sur les figures 1 et 2.

Le dispositif d'alimentation 10 comprend deux collecteurs bi-fluides 12, disposés à deux extrémités opposées du dispositif de ventilation 2, mais dont un seul a été représenté sur la figure 1 pour des raisons de clarté.

On va maintenant décrire, en référence aux figures 2 à 7, un tel collecteur bi-  
20 fluide 12.

Le collecteur bi-fluide 12 comprend d'une part un collecteur d'admission ou d'évacuation de fluide 14 auquel sont reliés tous les tubes caloporteurs 4 et d'autre part un collecteur d'admission d'air 16 auquel sont reliés tous les tubes de ventilation 8. Le fluide circulant dans les tubes caloporteurs 4 est par exemple de l'eau, du liquide de  
25 refroidissement ou du réfrigérant.

Plus précisément, les tubes caloporteurs 4 sont reliés à un même collecteur de fluide 14 via une de leurs extrémités comprenant une entrée d'admission de fluide 18, et les tubes de ventilation 8 sont reliés à un même collecteur d'admission d'air 16 via une de leurs extrémités, comprenant une entrées d'admission d'air 20.

30 Pour des raisons de simplification de sa fabrication et afin de limiter le volume occupé par l'échangeur de chaleur 1 et le dispositif de ventilation 2, toutes les entrées d'admission de fluide 18 et toutes les sorties de fluide, d'une part, et toutes les entrées d'admission d'air 20, d'autre part, peuvent être contenues respectivement dans un même plan.

35 Dans la suite, on décrit l'exemple d'un collecteur d'admission de fluide, étant entendu qu'une configuration analogue est réalisée à l'extrémité opposée des tubes caloporteurs, par un collecteur d'évacuation de fluide.

Le collecteur d'admission de fluide 14 est relié à un dispositif de mise en mouvement de fluide par un conduit d'alimentation en fluide 22 (visible sur les figures 2, 3, 4 et 6) débouchant dans le collecteur d'admission de fluide 14. Ce dispositif de mise en mouvement de fluide étant un dispositif de mise en mouvement de fluide classique pour échangeur de chaleur de véhicule automobile, il n'a pas été représenté sur les figures et ne sera pas décrit ici.

De même, le collecteur d'admission d'air 16 est relié à des dispositifs de propulsion d'air 21 (pouvant aussi être nommé « moyen de mise en mouvement d'air » ou « moyen de génération d'un flux d'air ») par un conduit d'alimentation en air 24 (visible sur les figures 2, 3, 4 et 6) débouchant dans le collecteur d'admission d'air 16. Les dispositifs de propulsion d'air 21 peuvent être par exemple une ou plusieurs turbomachines, et/ou un ou plusieurs ventilateurs centrifuges, axiaux, tangentiels ou encore à canal de retour (dit « mixed flow fan » en anglais).

Selon un mode de réalisation possible, les dispositifs de propulsion d'un flux d'air alimentant le ou les collecteurs d'air ainsi que les tubes de ventilation, peuvent être installés à distance du ou des collecteurs d'air et des tubes de ventilation. Ceci offre davantage de libertés dans la conception du module d'échange de chaleur incluant le dispositif de ventilation et l'échangeur de chaleur. Cela permet également de ne pas encombrer la section de passage de l'air vers l'échangeur de chaleur, comme c'est le cas avec les moteurs d'entraînement des hélices de ventilateurs classiques pour véhicule automobile.

Les dispositifs de propulsion d'air 21 sont par exemple une turbomachine 23, représentée sur la figure 2, où celle-ci alimente les deux collecteurs d'admission d'air 16 de deux collecteurs bi-fluides 12 disposés à chacune des extrémités de l'échangeur de chaleur 1, c'est-à-dire à chacune des extrémités des tubes de ventilation 8 et des tubes caloporteurs 4. Alternativement, une turbomachine 23 peut alimenter un seul collecteur d'admission 16 et non deux. Également, une ou plusieurs turbomachines peuvent être mises en œuvre pour alimenter chaque collecteur d'admission d'air 16 ou tous les collecteurs d'admission d'air 16.

Avantageusement, chaque collecteur d'admission d'air 16 est dépourvu de toute autre ouverture que les orifices dans lesquels débouchent les tubes de ventilation 8 et des bouches destinées à être en communication de fluide avec une ou plusieurs turbomachines pour alimenter en flux d'air le collecteur d'admission d'air considéré. Notamment, chaque collecteur d'admission d'air 16 est de préférence dépourvu d'ouverture orientée en direction de l'échangeur de chaleur 1, qui permettrait dans le cas présent d'éjecter une partie du flux d'air parcourant le collecteur d'air 16, directement en direction de l'échangeur de chaleur 1, sans parcourir au moins une

portion d'un tube de ventilation 8. Ainsi, tout le flux d'air créé par la ou les turbomachines parcourant le ou les collecteurs d'air 16, est de préférence réparti entre sensiblement tous les tubes de ventilation 8. Ceci permet une répartition plus homogène de ce flux d'air.

5 Les dispositifs de propulsion d'air 21 peuvent être déportés à distance des tubes de ventilation 8 par l'intermédiaire des collecteurs d'admission d'air 16, comme illustré sur la figure 2 où le dispositif de propulsion d'air 21 n'est pas directement adjacent aux collecteurs d'admission d'air 16.

L'extrémité 22e du conduit d'alimentation en fluide débouche dans le collecteur  
10 d'admission de fluide 14, tandis que l'extrémité 22s d'un conduit d'évacuation en fluide débouche dans le collecteur d'évacuation de fluide. Par ailleurs, l'extrémité 24e de chaque conduit d'alimentation en air 24 débouche dans un collecteur d'admission d'air 16 respectif. Chaque collecteur d'admission d'air 16 peut par exemple être tubulaire. Dans le premier mode de réalisation représenté sur les figures 1 à 11, les collecteurs  
15 d'admission d'air 16 s'étendent selon une même direction, qui est ici perpendiculaire à la direction d'allongement (ou direction longitudinale) des tubes caloporteurs 4 et de ventilation 8.

Afin de réduire de façon significative le volume du collecteur d'admission bi-fluide 12, et ainsi qu'on peut le voir sur les figures 2 à 7, en particulier sur les figures 6 et 7  
20 qui montrent une vue de côté du collecteur d'admission bi-fluide 12 et une autre vue de côté du collecteur bi-fluide 12 coupé selon le plan VII-VII, le collecteur d'admission de fluide 14 et le collecteur d'admission d'air 16 peuvent être réalisés au sein d'une même pièce. Notamment, le collecteur d'admission de fluide 14 et le collecteur d'admission d'air 16 peuvent être emboîtés l'un dans l'autre. Alternativement, le collecteur  
25 d'admission de fluide 14 et le collecteur d'admission d'air 16 peuvent être au moins partiellement inclus l'un dans l'autre.

Dans le premier exemple de réalisation illustré sur les figures 1 à 11, le collecteur d'admission d'air 16 emboîte, ou enveloppe, le collecteur d'admission de fluide 14, qui est enchâssé dans le collecteur d'admission d'air 16. On peut toutefois envisager une  
30 configuration inverse dans laquelle le collecteur d'admission d'air 16 est emboîté dans le collecteur d'admission de fluide 14.

Plus précisément, ici, le collecteur d'admission de fluide 14 comprend un compartiment central 26 de forme générale sensiblement parallélépipédique, comportant une portion en saillie 28 dans laquelle vient déboucher le conduit  
35 d'alimentation en fluide 22, cette portion en saillie 28 épousant la forme tubulaire de l'extrémité 22e du conduit d'alimentation en fluide 22.

Le compartiment central 26 du collecteur d'admission d'air 16 comprend une

ouverture d'éjection de fluide 30 de section transversale sensiblement rectangulaire, pratiquée dans une face d'éjection 32 du compartiment central 26.

La face d'éjection 32 s'étend en regard des entrées d'admission de fluide 18 des tubes caloporteurs 4 afin de les alimenter en fluide. À cet effet, la face d'éjection 32 s'étend de préférence selon un plan normal à la direction d'allongement des tubes caloporteurs 4. L'ouverture d'éjection de fluide 28 est destinée, de façon classique, à être fermée par une plaque, souvent appelée plaque collectrice, disposée en regard de la face d'éjection 32. La plaque collectrice est notamment visible sur la partie gauche de la figure 1.

10 Comme on peut le voir sur les figures 4 à 6, le collecteur d'admission d'air 16 comprend une pluralité d'orifices d'éjection d'air réalisés chacun au sommet d'une portion tubulaire 36 respective, chaque orifice d'éjection d'air étant relié à un tube de ventilation 8, et plus particulièrement par son entrée d'admission d'air 20, à l'extrémité du tube de ventilation 8.

15 Tel qu'illustré, le compartiment central 26 du collecteur d'admission de fluide 14 est emboîté, ou enchâssé, dans le collecteur d'admission d'air 16 qui épouse sa forme. Le collecteur d'admission d'air 16 enveloppe les cinq faces du compartiment central 26 à l'exception de la face d'éjection 32, ainsi que la forme de la portion en saillie 28. À cet effet, le collecteur d'admission d'air 16 comprend une portion bombée 34 qui épouse la forme tubulaire de l'extrémité 22e du conduit d'admission en fluide.

20 Du fait que les collecteurs d'admission d'air 16 et les collecteurs de fluide 14 sont emboîtés, il n'est pas nécessaire de prévoir deux collecteurs de chaque côté du module d'échange de chaleur. Au contraire, dans l'exemple illustré, deux collecteurs bi-fluides 12 suffisent, un collecteur bi-fluide 12 étant disposé de chaque côté du module d'échange de chaleur. En outre, un collecteur bi-fluide 12, réalisé d'un seul tenant, a une résistance mécanique plus importante que deux collecteurs adjacents ou disposés côte-à-côte.

Dans le premier exemple illustré aux figures 1 à 12, le collecteur d'admission de fluide 14 et le collecteur d'admission d'air 16 sont venus de matière l'un avec l'autre. 30 Cependant, dans d'autres modes de réalisation non représentés, le collecteur d'admission de fluide 14 et le collecteur d'admission d'air 16 sont assemblés, par exemple par brasage, collage ou sertissage.

De préférence, le collecteur d'admission de fluide 14 et le collecteur d'admission d'air 16 sont tous deux réalisés en aluminium, en matériau polymère ou en polyamide, 35 de préférence en PA66.

On va maintenant décrire plus en détail les tubes de ventilation 8 en référence aux figures 8 à 11 du dispositif de ventilation 2 du module d'échange de chaleur. Dans

ce qui suit, les tubes de ventilation 8 sont appelés tubes aérodynamiques 8. On peut noter ici que la forme des tubes de ventilation 8 est *a priori* indépendante de la configuration des collecteurs d'admission d'air, qu'ils soient ou non, réalisés d'un seul tenant avec les collecteurs d'admission et d'évacuation de fluide de l'échangeur de  
5 chaleur.

Un tube aérodynamique 8, tel qu'illustré à la figure 11 par exemple, présente sur au moins une portion, de préférence sur sensiblement toute sa longueur, une section transversale comprenant un bord d'attaque 37, un bord de fuite 38 opposé au bord d'attaque 37 et, ici, disposé en regard des tubes caloporteurs 4, et un premier et un  
10 deuxième profils 42, 44, s'étendant chacun entre le bord d'attaque 37 et le bord de fuite 38. Le bord d'attaque 37 est par exemple défini comme le point à l'avant de la section du tube aérodynamique 8 où le rayon de courbure de la section est minimal. L'avant de la section du tube aérodynamique 8 peut quant à lui être défini comme la portion de la section du tube aérodynamique qui est opposée – c'est-à-dire qui n'est pas en vis-à-vis  
15 – de l'échangeur de chaleur 1. De même, le bord de fuite 38 peut être défini comme le point à l'arrière de la section du tube aérodynamique 8 où le rayon de courbure de la section est minimal. L'arrière de la section du tube aérodynamique 8 peut être défini par exemple comme la portion de la section du tube aérodynamique 8 qui est en vis-à-vis de l'échangeur de chaleur 1.

20 La distance  $c$  entre le bord d'attaque 37 et le bord de fuite 38 est par exemple comprise entre 50 mm et 70 mm. Cette distance est ici mesurée selon une direction perpendiculaire à la direction d'alignement de la rangée de tubes de aérodynamiques 8 et à la direction longitudinale des tubes aérodynamiques 8

Sur l'exemple de la figure 11, le bord d'attaque 37 est libre. Sur cette figure  
25 également, le bord d'attaque 37 est défini sur une portion parabolique de la section du tube aérodynamique 8.

Le tube aérodynamique 8 illustré à la figure 11 comporte encore au moins une ouverture 40 pour éjecter un flux d'air traversant le tube aérodynamique 8, à l'extérieur du tube aérodynamique 8 et du collecteur d'admission d'air 16, notamment  
30 sensiblement en direction de l'échangeur de chaleur 1. L'ouverture ou chaque ouverture 40 est par exemple une fente dans une paroi externe 41 du tube aérodynamique 8, la ou les fentes s'étendant par exemple selon la direction d'allongement du tube aérodynamique 8 dans lequel elles sont réalisées. La longueur totale de l'ouverture 40 ou des ouvertures peut être supérieure à 90 % de la longueur  
35 du tube aérodynamique. Chaque ouverture 40 est distincte des extrémités du tube aérodynamique 8, par lesquelles le tube aérodynamique 8 débouche dans un collecteur d'air 16. Chaque ouverture 40 est par ailleurs à l'extérieur du collecteur d'air 16. La

forme en fente permet de constituer un passage d'air 46 de grandes dimensions en direction de l'échangeur de chaleur 1 sans trop réduire la résistance mécanique des tubes aérodynamiques 8.

Dans la suite on décrit uniquement une ouverture 40 étant entendu que chaque  
5 ouverture 40 du tube aérodynamique 8 peut être identique à l'ouverture 40 décrite.

L'ouverture 40 est par exemple disposée à proximité du bord d'attaque 37. Dans l'exemple de la figure 11, l'ouverture 40 est sur le premier profil 42. Dans cet exemple, le deuxième profil 44 est dépourvu d'ouverture 40. L'ouverture 40 dans le premier profil 42 est configurée de sorte que le flux d'air éjecté par l'ouverture 40, s'écoule le long  
10 d'au moins une partie du premier profil 42.

Tel qu'illustré à la figure 8, les tubes aérodynamiques 8 du dispositif de ventilation 2 peuvent être orientés alternativement avec le premier profil 42 ou le deuxième profil 44 orienté vers le haut de cette figure 8. Ainsi, alternativement, deux tubes aérodynamiques 8 voisins sont tels que leurs premiers profils 42 sont en vis-à-vis ou,  
15 au contraire, leurs deuxièmes profils 44 sont en vis-à-vis. Comme illustré sur la figure 8, la distance entre deux tubes aérodynamiques 8 voisins dont les deuxièmes profils 44 sont en vis-à-vis est inférieure à la distance entre deux tubes aérodynamiques 8 voisins dont les premiers profils 42 sont en vis-à-vis. La distance entre le centre de la section géométrique d'un premier tube aérodynamique 8 et le centre de la section géométrique  
20 d'un second tube aérodynamique 8, tels que le premier profil 42 du premier tube aérodynamique 8 soit en vis-à-vis du premier profil 42 du deuxième tube aérodynamique 8, mesurée selon la direction d'alignement des tubes aérodynamiques 8 est supérieure ou égale à 15 mm, de préférence supérieure ou égale à 20 mm, et/ou inférieure ou égale à 30 mm, de préférence inférieure ou égale à 25 mm.

Pour chaque paire de tubes aérodynamiques 8 dont les ouvertures 40 sont en vis-à-vis, les flux d'air F éjectés par ces ouvertures 40 créent ainsi un passage d'air 46 dans lequel une partie, dite air induit I, de l'air ambiant A est entraîné par aspiration.

Il est à noter ici que le flux d'air éjecté par les ouvertures 40 longe une partie au moins du premier profil 42 du tube aérodynamique 8, par exemple par effet Coanda,  
30 comme illustré par exemple sur la figure 9. Tirant parti de ce phénomène, il est possible, grâce à l'entraînement de l'air ambiant A dans le passage d'air 46 créé, d'obtenir un débit d'air envoyé vers les tubes caloporteurs identique à celui généré par un ventilateur à hélice tout en consommant moins d'énergie.

En effet, le flux d'air envoyé vers la rangée de tubes caloporteurs 4 est la somme  
35 du flux d'air F éjecté par les fentes et de l'air induit I. Ainsi, il est possible de mettre en œuvre une turbomachine de puissance réduite par rapport à un ventilateur à hélice classique, mis en œuvre généralement dans le cadre d'un tel module d'échange de

chaleur.

Un premier profil 42 présentant une surface Coanda permet par ailleurs de ne pas avoir à orienter les ouvertures 40 directement en direction des tubes caloporteurs 4, et ainsi de limiter l'encombrement des tubes aérodynamiques. Il est ainsi possible de  
5 maintenir une section de passage plus importante entre les tubes aérodynamiques 8, ce qui favorise la formation d'un plus grand débit d'air induit.

L'ouverture 40 est, sur la figure 11, délimitée par des lèvres 40a, 40b. L'écartement  $e$  entre les lèvres 40a, 40b, qui définit la hauteur de l'ouverture 40, peut être supérieur ou égal à 0,3 mm, de préférence supérieur ou égal à 0,5 mm, de  
10 préférence encore supérieure ou égale à 0,7 mm et/ou inférieur à 2 mm, de préférence inférieur ou égal à 1,5 mm, de préférence encore inférieure à 0,9 mm, de manière plus préférée encore inférieure ou égale à 0,7 mm. La hauteur de la fente est la dimension de cette fente dans la direction perpendiculaire à sa longueur.

Comme représenté sur la figure 37, plus la hauteur de la fente 40 est faible, plus  
15 la vitesse du flux d'air éjecté par cette fente est grande. Une grande vitesse du flux d'air éjecté se traduit par une pression dynamique élevée. Cette pression dynamique est ensuite convertie en pression statique dans la zone de mélange du flux d'air éjecté par la fente 40 et du flux d'air induit. Cette pression statique permet de vaincre les pertes de charge dues à la présence de l'échangeur de chaleur en aval du dispositif de ventilation, afin d'assurer un flux d'air adapté à travers l'échangeur de chaleur. Ces  
20 pertes de charge dues à l'échangeur de chaleur varient notamment en fonction du pas des tubes caloporteurs et du pas des ailettes de l'échangeur de chaleur, ainsi qu'en fonction du nombre d'échangeurs de chaleur qui peuvent être superposés dans le module d'échange de chaleur. En effet, le module d'échange de chaleur peut  
25 comprendre un ou plusieurs échangeurs de chaleur dont un, plusieurs ou tout les échangeurs peuvent être refroidit par le dispositif de ventilation. Cependant, une hauteur de fente trop faible induit des pertes de charges élevées dans le dispositif de ventilation, ce qui implique d'utiliser un dispositif de propulsion d'air ou plusieurs surdimensionné(s). Ceci peut engendrer un surcoût et/ou créer un encombrement  
30 incompatible avec la place disponible au voisinage du module d'échange de chaleur dans le véhicule automobile.

En particulier, l'échangeur de chaleur 1 formant une résistance à l'écoulement du flux d'air le traversant, provoquant une perte de charge dudit flux d'air, la hauteur de la ou des ouvertures 40 des tubes de ventilation 8 du dispositif de ventilation 2 peut être  
35 choisie en fonction de ladite perte de charge provoquée par l'échangeur de chaleur 1. Comme illustré à la figure 37, la hauteur de la ou des ouvertures 40 des tubes de ventilation 8 et la surpression générée par le dispositif de ventilation 2 peuvent ainsi

notamment être reliées par l'équation :

$$\Delta P = -45.534xe^2 - 60.96xe + 201.44$$

où :

- 5 - « e » est la hauteur de l'ouverture ou des ouvertures des conduits 8 du dispositif de ventilation ; et
- «  $\Delta P$  » est la surpression générée par l'échangeur de chaleur.

La lèvre extérieure (ou externe) 40a est ici constituée de la prolongation de la paroi du tube aérodynamique 8 définissant le bord d'attaque 37. La lèvre intérieure (ou interne) 40b est constituée par une partie courbe 50 du premier profil 42. Une extrémité 51 de la lèvre interne 40b peut se prolonger, comme illustré à la figure 11, en direction du deuxième profil 44, au-delà d'un plan L normal à l'extrémité libre de la lèvre externe 40a. En d'autres termes, l'extrémité 51 de la lèvre interne 40b peut se prolonger, en direction du bord d'attaque 37, au-delà du plan L normal à l'extrémité libre de la lèvre  
15 extérieure 40a. L'extrémité 51 peut alors contribuer à diriger le flux d'air circulant dans le tube aérodynamique 8 vers l'ouverture 40.

L'ouverture 40 du tube aérodynamique 8 peut être configurée de sorte qu'un flux d'air circulant dans ce tube aérodynamique 8 soit éjecté par cette ouverture 40, en s'écoulant le long du premier profil 42 sensiblement jusqu'au bord de fuite 38 du tube  
20 aérodynamique 8. L'écoulement du flux d'air le long du premier profil 42 peut résulter de l'effet Coanda. On rappelle que l'effet Coanda est un phénomène aérodynamique se traduisant par le fait qu'un fluide s'écoulant le long d'une surface à faible distance de celle-ci a tendance à l'affleurer, voire à s'y accrocher.

Pour ce faire, ici, la distance maximale h entre le premier 42 et le deuxième 44  
25 profils, mesurée selon une direction d'alignement des tubes aérodynamiques 8, est en aval de l'ouverture 40. La distance maximale h peut être supérieure à 10 mm, de préférence supérieure à 11 mm et/ou inférieure à 20 mm, de préférence inférieure à 15 mm. Ici, à titre d'exemple, la distance maximale h est sensiblement égale à 11,5 mm. Une hauteur h trop faible peut engendrer d'importantes pertes de charge  
30 dans le tube aérodynamique 8 ce qui pourrait obliger à mettre en œuvre une turbomachine plus puissante et donc plus volumineuse. Pour une même valeur de la distance entre les tubes aérodynamiques 8, mesurée selon la direction d'alignement des tubes aérodynamiques, ou pour un même pas des tubes aérodynamiques 8, une hauteur h trop grande limite la section de passage entre les tubes aérodynamiques  
35 pour le flux d'air induit. Le flux d'air total dirigé vers l'échangeur de chaleur peut alors être également réduit.

Le premier profil 42 comporte ici une partie bombée 50 dont le sommet définit le

point du premier profil 42 correspondant à la distance maximale  $h$ . La partie bombée 50 peut être disposée en aval de l'ouverture 40 dans le sens d'éjection du flux d'air. Notamment, la partie bombée 50 peut être contiguë à la lèvre interne 40b délimitant l'ouverture 40.

5 En aval de la partie bombée 50 dans le sens d'éjection dudit flux d'air par l'ouverture 40, le premier profil 42 du tube aérodynamique 8 de l'exemple de la figure 11 comporte une première partie 52 sensiblement rectiligne. Le deuxième profil 44 comporte, dans l'exemple illustré à la figure 11, une partie sensiblement rectiligne 48, s'étendant de préférence sur une majorité de la longueur du deuxième profil 44. Dans  
10 l'exemple de la figure 11, la longueur  $l$  de la première partie rectiligne 52, mesurée selon une direction perpendiculaire à la direction longitudinale du tube aérodynamique 8 et à la direction d'alignement de la rangée de tubes aérodynamiques, peut être supérieure ou égale à 20 mm, de préférence supérieure ou égale à 30 mm, et/ou inférieur ou égale à 60 mm. Une longueur relativement grande de cette première partie  
15 rectiligne est souhaitée notamment pour assurer le guidage du flux d'air éjecté de l'ouverture 40. La longueur de cette première partie rectiligne est cependant limitée du fait de l'encombrement correspondant du dispositif de ventilation et de ses conséquences sur le packaging du dispositif de ventilation ou du module d'échange de chaleur.

20 Dans ce cas, la première partie rectiligne 52 du premier profil 42 et la partie rectiligne 48 du deuxième profil 44 peuvent former un angle  $\theta$  non plat. L'angle  $\theta$  ainsi formé peut notamment être supérieur ou égale  $5^\circ$ , et/ou inférieur ou égal  $20^\circ$ , de préférence encore sensiblement égal à  $10^\circ$ . Cet angle de la première partie rectiligne 52 par rapport à la partie rectiligne 48 du deuxième profil 44 permet d'accentuer la  
25 détente du flux d'air total. Un angle  $\theta$  trop grand risque cependant d'empêcher la réalisation de l'effet Coanda, de sorte que le flux d'air éjecté par l'ouverture 40 risque de ne pas suivre le premier profil 42 et, dès lors, de ne pas être orienté correctement en direction de l'échangeur de chaleur 1.

Le premier profil 42 peut comporter, comme illustré à la figure 11, une deuxième  
30 partie rectiligne 38a, en aval de la première partie rectiligne 52, dans le sens d'éjection du flux d'air, la deuxième partie rectiligne 38a s'étendant sensiblement parallèlement à la partie rectiligne 48 du deuxième profil 44. Le premier profil 42 peut également comporter une troisième partie rectiligne 54, en aval de la deuxième partie rectiligne 38a du premier profil 42. La troisième partie rectiligne 54 peut former un angle non plat  
35 avec la partie rectiligne 48 du deuxième profil 44. La troisième partie rectiligne 54 peut s'étendre, comme illustré, sensiblement jusqu'à un bord arrondi reliant la troisième partie rectiligne 54 du premier profil 42 et à la partie rectiligne 48 du deuxième profil 44.

Le bord arrondi peut définir le bord de fuite 38 de la section transversale du tube aérodynamique 8.

La partie rectiligne 48 du deuxième profil 44 s'étend dans l'exemple de la figure 11 sur la majorité de la longueur  $c$  de la section transversale. Cette longueur  $c$  est mesurée selon une direction perpendiculaire à la direction longitudinale des tubes aérodynamiques 8 et à la direction d'alignement de la rangée des tubes aérodynamiques 8. Cette direction correspond, dans l'exemple de la figure 11, sensiblement à la direction de l'écoulement du flux d'air induit. Dans ce premier exemple de réalisation, la longueur  $c$  de la section transversale (ou largeur du tube aérodynamique 8) peut être supérieure ou égale à 50 mm et/ou inférieure ou égale à 80 mm, de préférence sensiblement égale à 60 mm. En effet, les inventeurs ont constaté qu'une longueur relativement grande de la section transversale du tube aérodynamique permet de guider de manière plus efficace le flux d'air éjecté par l'ouverture 40 et le flux d'air induit, qui se mélange à ce flux d'air éjecté. Cependant, une longueur trop importante de la section transversale du tube aérodynamique 8 pose un problème de packaging du dispositif de ventilation 2. En particulier, l'encombrement du module d'échange de chaleur peut alors être trop important par rapport à la place qui est disponible dans le véhicule automobile dans lequel il est destiné à être monté. Le packaging du module d'échange de chaleur ou du dispositif de ventilation peut également être problématique dans ce cas.

Par ailleurs, comme illustré à la figure 11, la deuxième partie rectiligne 38a du premier profil 42 et la portion 38b de la partie rectiligne 48 du deuxième profil 44 qui lui fait face, sont parallèles. Par exemple, la distance  $f$  entre cette deuxième partie rectiligne 38a et la portion 38b de la partie rectiligne 48 du deuxième profil 44 peut être supérieure ou égale à 1 mm et/ou inférieure ou égale à 10 mm, de préférence inférieure ou égale à 5 mm.

La figure 11 illustre encore que la section transversale (ou section géométrique) du tube aérodynamique 8 délimite une section de passage  $S$  pour le flux d'air traversant le tube aérodynamique 8. Cette section de passage  $S$  est ici définie par les parois du tube aérodynamique 8 et par le segment s'étendant selon la direction d'alignement des tubes aérodynamiques 8 entre le deuxième profil 44 et le bout de l'extrémité 51 de la lèvre interne 40b. Cette section de passage peut avoir une aire supérieure ou égale à 150 mm<sup>2</sup>, de préférence supérieure ou égale à 200 mm<sup>2</sup>, et/ou inférieure ou égale à 700 mm<sup>2</sup>, de préférence inférieure ou égale à 650 mm<sup>2</sup>. Une section de passage du flux d'air dans le tube aérodynamique 8 relativement grande permet de limiter les pertes de charge qui auraient pour conséquence de devoir surdimensionner la turbomachine mise en œuvre pour obtenir un débit d'air éjecté par

l'ouverture 40 souhaité. Cependant, une section de passage importante induit un encombrement important du tube aérodynamique 8. Ainsi, à pas fixe des tubes aérodynamiques, une section de passage plus grande risque de nuire à la section de passage du flux d'air induit entre les tubes aérodynamiques 8, ne permettant pas, ainsi, d'obtenir un débit total d'air satisfaisant, dirigé vers les tubes caloporteurs 4.

Dans ce premier exemple de réalisation toujours, comme on peut le voir sur les figures 9 et 10, de manière à obstruer le moins possible l'écoulement de l'air vers les tubes caloporteurs 4 et les ailettes, le dispositif de ventilation 2 est avantageusement disposé de façon que chaque tube aérodynamique 8 soit en vis-à-vis de la face frontale 4f reliant les première 4a et seconde 4b parois planes d'un tube caloporteur 4 correspondant.

Comme illustré plus particulièrement à la figure 10, le bord de fuite 38 de chaque tube aérodynamique 8 est compris dans le volume délimité par les première 4a et seconde 4b parois planes du tube caloporteur 4 correspondant.

De préférence, la deuxième partie rectiligne 38a du premier profil et la partie rectiligne 48 du deuxième profil 44 sont contenues respectivement dans un même plan (indiqué en pointillés sur cette figure 10) que la première paroi plane 4a et la seconde paroi plane 4b du tube caloporteur 4 correspondant.

En particulier, la distance  $f$  séparant la deuxième partie rectiligne 38a du premier profil 42 et la portion 38b de la partie rectiligne 48 du deuxième profil 44 qui lui fait face, est sensiblement égale à la distance séparant la première paroi 4a et la seconde paroi 4b du tube caloporteur 4 en vis-à-vis duquel le tube aérodynamique 8 est disposé. Par exemple, cette distance  $f$  est supérieure ou égale à 1 mm et/ou inférieure ou égale à 10 mm, de préférence inférieure ou égale à 5 mm.

Dans d'autres modes de réalisation non représentés, la distance  $f$  séparant la deuxième partie rectiligne 38a du premier profil 42 et la portion 38b de la partie rectiligne 48 du deuxième profil 44, qui lui fait face, peut toutefois être inférieure à la distance séparant la première paroi 4a et la seconde paroi 4b du tube caloporteur en vis-à-vis duquel le tube aérodynamique 8 est disposé.

Dans le premier exemple de réalisation représenté, deux tubes caloporteurs 4 sont contenus dans le volume délimité par le passage d'air défini par les deux tubes aérodynamiques 8 d'une même paire (voir figures 9 et 10). On peut toutefois envisager qu'un seul tube caloporteur 4, ou encore trois ou quatre tubes caloporteurs 4 soient contenus dans ce volume. À l'inverse, on peut envisager qu'un tube aérodynamique 8 soit disposé en vis-à-vis de chaque tube caloporteur 4, comme dans les deuxième et troisième modes de réalisation illustrés aux figures 12 à 14, et 15a, 15b et 16, respectivement.

Dans les deuxième et troisième exemples, les conduits aérodynamiques 8 sont sensiblement rectilignes, parallèles entre eux et alignés de manière à former une rangée de tubes aérodynamiques 8.

5 Cependant, les premier et deuxième profils 42, 44 de chaque tube aérodynamique 8 sont ici symétriques par rapport à un plan C-C, ou plan de corde, passant par le bord d'attaque 37 et le bord de fuite 38 du tube aérodynamique 8.

Comme les premier et deuxième profils 42, 44 sont symétriques, chacun de ces profils 42, 44 est muni d'une ouverture 40. Ainsi, au moins une première ouverture 40 est réalisée sur le premier profil 42, qui est configurée pour qu'un flux d'air sortant de la  
10 première ouverture 40 s'écoule le long d'au moins une partie du premier profil 42. De même, au moins une deuxième ouverture 40 est présente sur le deuxième profil 44, qui est configurée pour qu'un flux d'air sortant de la deuxième ouverture 40 s'écoule le long d'au moins une partie du deuxième profil 44. Comme pour le premier exemple de réalisation, ceci peut être réalisé ici en mettant en œuvre l'effet Coanda.

15 Pour les mêmes raisons que celles données pour le premier exemple de réalisation, la distance  $c$  entre le bord d'attaque 37 et le bord de fuite 38 peut également ici être supérieure ou égale à 50 mm et/ou inférieure ou égale à 80 mm. Notamment la longueur  $c$  peut être égale à 60 mm.

Les ouvertures 40 sont analogues à celles du premier exemple décrit.  
20 Notamment, la distance  $e$  séparant les lèvres interne 40b et externe 40a de chaque ouverture 40 peut être supérieure ou égale à 0,3 mm, de préférence supérieure ou égale à 0,5 mm, de préférence encore supérieure ou égale à 0,7 mm, et/ou inférieure ou égale à 2 mm, de préférence inférieure ou égale à 1,5 mm, de préférence encore inférieure ou égale à 0,9 mm et de manière préférée encore inférieure ou égale à  
25 0,7 mm.

Le fait que les profils 42, 44 soient symétriques par rapport au plan de corde C-C passant par le bord d'attaque 37 et le bord de fuite 38 du tube aérodynamique 8 permet de limiter l'obstruction au flux d'air entre le dispositif de ventilation 2 et les tubes caloporteurs 4, tout en créant davantage de passages d'air actifs dans le volume  
30 disponible devant les tubes caloporteurs 4. En outre, la symétrie des profils 42, 44 permet d'avoir une éjection d'air le long de chaque côté des tubes aérodynamiques 8. Cette réalisation permet d'éviter des zones mortes de soufflage d'air (zones entre deux tubes du dispositif de ventilation 2 et au niveau desquelles l'air ambiant A n'est pas entraîné par l'air éjecté F par les tubes), qui peuvent par exemple exister entre deux  
35 tubes aérodynamiques 8 du dispositif de ventilation 2 selon l'exemple de réalisation de la figure 8 (en l'occurrence, entre deux tubes aérodynamiques 8 voisins dont les deuxièmes profils 44 sont respectivement en vis-à-vis).

Autrement dit, contrairement au premier mode de réalisation, un passage d'air 46 entraînant l'air ambiant A est créé entre chaque paire de tubes aérodynamiques 8 voisins, comme représenté de façon schématique dans le cas du troisième exemple, sur la figure 16. Il est à noter ici que, bien que la figure 16 illustre un module d'échange  
5 de chaleur comprenant des tubes aérodynamiques selon le troisième exemple de réalisation, l'agencement de ces tubes aérodynamiques peut être mis en œuvre également avec des tubes aérodynamiques selon le deuxième exemple.

Le pas entre deux tubes aérodynamiques 8 voisins peut, dans ce cas, être supérieure ou égale à 15 mm, de préférence supérieure ou égale à 20 mm, de  
10 préférence encore supérieure ou égale à 23 mm et/ou inférieure ou égale à 30 mm, de préférence inférieure ou égale à 27 mm, de préférence encore inférieure ou égale à 25 mm. En effet, comme le montre la figure 41, pour trois pertes de charges distinctes plus ou moins élevées correspondant à différents échangeurs de chaleur, un débit d'air total maximum est atteint dans ces plages. Si le pas entre les tubes aérodynamiques 8  
15 est plus faible, le débit d'air induit s'en trouve limité par une section de passage entre les tubes aérodynamiques faible. Au contraire, si le pas est trop grand, le flux d'air éjecté ne permet pas de correctement créer un flux d'air induit sur tout le pas entre les tubes aérodynamiques voisins.

Le pas entre deux tubes aérodynamiques 8 voisins peut notamment être défini  
20 comme la distance entre le centre de la section transversale de deux tubes aérodynamiques 8 voisins ou, plus généralement, comme la distance entre un point de référence sur un premier tube aérodynamique 8 et le point correspondant au point de référence, sur le tube aérodynamique 8 le plus proche. Le point de référence peut notamment être l'un parmi le bord d'attaque 37, le bord de fuite 38 ou le sommet de la  
25 partie bombée 50.

La distance D entre les tubes aérodynamiques 8 et les tubes caloporteurs 4 peut notamment être choisie supérieure ou égale à 5 mm, de préférence supérieure ou égale à 40 mm, et/ou inférieure ou égale à 150 mm, de préférence inférieure ou égale à  
30 100 mm. En effet, en référence à la figure 38 qui illustre la variation du profil de vitesse de l'air au voisinage d'un tube aérodynamique, le pic de vitesse de ce profil tend à se réduire en s'écartant de l'ouverture 40 dans le tube aérodynamique. L'absence de pic traduit un mélange homogène du flux d'air éjecté par l'ouverture 40 et du flux d'air induit. Il est préférable qu'un tel mélange homogène soit réalisé avant que le flux d'air n'arrive sur les tubes caloporteurs 4. En effet, un flux d'air incident sur les tubes  
35 caloporteurs, hétérogène, ne permet pas un refroidissement optimal des tubes caloporteurs et induit des pertes de charges plus importantes. Cependant, la distance D entre les tubes aérodynamiques et les tubes caloporteurs est de préférence contenue

pour limiter l'encombrement du module de refroidissement.

La figure 39 illustre la variation de la longueur nécessaire pour obtenir un mélange homogène du flux d'air éjecté par l'ouverture 40 et du flux d'air induit, en fonction de la vitesse du flux d'air éjecté. Cette figure 39 montre que pour une distance  
5 D comprise entre 5 mm et 150 mm, le mélange incident sur les tubes caloporteurs 4 est sensiblement toujours homogène.

Cette plage de 5 mm et 150 mm, et notamment 40 à 100 mm, permet un bon compromis pour conserver une certaine compacité du module d'échange de chaleur tout en offrant un mélange homogène du flux d'air éjecté avec le flux d'air induit.

10 Dans le deuxième exemple illustré aux figures 12 à 14, les premier et deuxième profils 42, 44 du tube aérodynamique 8 convergent vers le bord de fuite 38 de façon que la distance séparant les premier et deuxième profils 42, 44 diminue strictement en direction du bord de fuite 38 à partir d'un point de ces premier et deuxième profils 42, 44 correspondant à la distance maximale h entre ces deux profils, ces points des  
15 premier et deuxième profils 42, 44 étant en aval des ouverture 40 dans le sens d'écoulement du flux d'air éjecté par l'ouverture 40. De préférence, les premier et deuxième profils 42, 44 forment chacun un angle compris entre 5 et 10° avec la corde C-C de symétrie de la section transversale du tube aérodynamique 8.

De ce fait, contrairement au premier exemple de réalisation, le profil  
20 aérodynamique ne comprend pas une portion délimitée par des première et deuxième parois planes opposées parallèles. Ceci présente l'avantage de limiter la traînée le long du profil aérodynamique du tube aérodynamique 8.

Par exemple, la distance maximale h entre le premier profil 42 et le deuxième profil 44 peut être supérieure ou égale à 10 mm et/ou inférieure ou égale à 30 mm.  
25 Notamment cette distance maximale h peut être égale à 11,5 mm. Dans l'exemple représenté sur les figures 12 à 14, cette distance devient nulle au niveau du bord de fuite 38.

Comme on peut le voir sur les figures 12 et 13, et plus particulièrement sur la figure 13, les tubes aérodynamiques 8 comprennent dans ce deuxième mode de  
30 réalisation des moyens de guidage 56 du flux d'air circulant vers l'ouverture 40.

Les moyens de guidage 56 permettent de guider l'air issu du collecteur d'admission d'air 16, introduit dans le tube aérodynamique 8 via les entrées d'admission d'air 20. En effet, compte tenu de l'orientation des entrées d'admission d'air 20, l'air issu du collecteur d'admission d'air 16 s'écoule initialement dans le tube  
35 aérodynamique 8 selon une direction sensiblement longitudinale du tube aérodynamique 8. Les moyens de guidage 56 servent à faciliter la déviation du flux d'air afin qu'il se dirige vers les ouvertures 40. En d'autres termes, les moyens de guidage

56 permettent de faciliter le « virage » du flux l'air issu des entrées d'admission 20 vers l'ouverture 40 pratiquée dans la paroi externe 41 du tube aérodynamique.

De préférence, et comme on peut le voir sur la figure 12 en particulier, tous les tubes aérodynamiques 8 comprennent de tels moyens de guidage 56 du flux d'air. Ces  
5 moyens de guidage 56 prennent ici la forme d'une pluralité de déflecteurs 58 venus de matière avec le tube aérodynamique 8 qui en est muni.

Les déflecteurs 58 sont de préférence disposés régulièrement le long du tube aérodynamique 8. Le nombre de déflecteurs 58 peut naturellement varier. Les déflecteurs 58 sont disposés de préférence à proximité de l'ouverture 40, ainsi qu'on  
10 peut le voir à la figure 13, et plus particulièrement relient les profils 42 et 44 du tube aérodynamique 8. Pour faciliter le guidage du flux d'air, ils s'étendent dans un plan sensiblement normal à la direction longitudinale du tube aérodynamique 8.

On peut noter ici que des tubes aérodynamiques 8 dont les premier et deuxième profils 42, 44 ne sont pas symétriques par rapport au plan de corde C-C, comme par  
15 exemple ceux du premier mode de réalisation illustré aux figures 1 à 6, peuvent également comporter des moyens de guidage du flux d'air analogues à ceux du deuxième mode de réalisation.

On peut également noter, par ailleurs, dans ce deuxième mode de réalisation, et comme on peut le voir à la figure 12, que le dispositif d'alimentation 10 de l'échangeur  
20 de chaleur est composé de deux paires de collecteurs de fluide 14 et de collecteurs d'admission d'air 16. Ceci constitue une variante par rapport à l'utilisation de collecteurs d'admission bi-fluides 12 du premier mode de réalisation. Cependant, l'utilisation de deux collecteurs d'admission bi-fluides 12 est tout à fait envisageable dans ce deuxième mode de réalisation, et constitue même une variante préférée.

Avantageusement, ici aussi, chaque collecteur d'admission d'air 16 est dépourvu  
25 de toute autre ouverture que les orifices dans lesquels débouchent les tubes aérodynamiques 8 et des bouches éventuelles, destinées à être en communication de fluide avec une ou plusieurs turbomachines pour alimenter en flux d'air le collecteur d'admission d'air considéré. Notamment, chaque collecteur d'admission d'air 16 est de  
30 préférence dépourvu d'ouverture orientée en direction de l'échangeur de chaleur 1, qui permettrait dans le cas présent d'éjecter une partie du flux d'air parcourant le collecteur d'air 16, directement en direction de l'échangeur de chaleur 1, sans parcourir au moins une portion d'un tube aérodynamique 8. Ainsi, tout le flux d'air créé par la ou les turbomachines parcourant le ou les collecteurs d'air 16, est de préférence réparti entre  
35 sensiblement tous les tubes aérodynamiques 8. Ceci permet une répartition plus homogène de ce flux d'air.

Dans le troisième mode de réalisation illustré aux figures 15a et 16, le bord de

fuite 38 est formé par le sommet joignant deux portions rectilignes 60 symétriques du premier profil 42 et du deuxième profil 44 de chaque tube aérodynamique 8. Selon la variante de la figure 15a, le bord de fuite 38 est le point de la section transversale du tube aérodynamique 8 situé le plus proche de l'échangeur de chaleur. En d'autres termes, l'angle  $\alpha$  formé par les deux portions rectilignes 60 est inférieur à 180°, notamment inférieur à 90°.

Au contraire, dans la variante de la figure 15b, le bord de fuite 38 est disposé entre les deux portions rectilignes 38a, 38b des premier et deuxième profils 42, 44. En d'autres termes, l'angle  $\alpha$  formé par les portions rectilignes 60 est ici supérieur à 90°, notamment supérieur à 180°.

On peut noter ici que les tubes aérodynamiques 8 du troisième mode de réalisation illustré aux figures 14, 15a, 15b peuvent également comporter des moyens de guidage 56 du flux d'air analogues à ceux du deuxième exemple de réalisation.

On va maintenant décrire des quatrième et cinquième modes de réalisation respectivement illustrés aux figures 17 à 19 et 20 à 22.

Dans ces quatrième et cinquième exemples de réalisation, au moins un tube aérodynamique 8 du dispositif de ventilation 2 est venu de matière avec un tube caloporteur 4 de l'échangeur de chaleur 1. Autrement dit, chaque tube aérodynamique 8 et le tube caloporteur 4 associé ne forment qu'une seule et même pièce. Dans ce qui suit, on maintiendra toutefois la distinction entre ces deux catégories de tubes pour des raisons de compréhension.

Dans les exemples représentés sur ces figures, tous les tubes aérodynamiques 8 sont chacun venus de matière avec un tube caloporteur 4. Cependant, il peut être envisagé que seule une partie des tubes aérodynamiques 8 soient venus de matière avec un ou plusieurs tubes caloporteurs 4. Par ailleurs, un seul tube caloporteur 4 est disposé entre deux tubes aérodynamiques 8, mais l'on pourrait envisager que plusieurs tubes caloporteurs 4 soient disposés entre deux tubes aérodynamiques 8, ou encore que tous les tubes caloporteurs 4 soient reliés à des tubes aérodynamiques 8.

Plus particulièrement, dans le quatrième exemple de réalisation, comme on peut le voir sur les figures 17 et 21 en particulier, chaque tube aérodynamique 8 est relié à un tube caloporteur 4 par son bord de fuite 38. De préférence, chaque tube aérodynamique 8 est relié à un tube caloporteur 4 par une paroi de liaison 62 sensiblement plane s'étendant à partir du bord de fuite 38 du tube aérodynamique 8.

La paroi de liaison 62 s'étend de préférence dans un plan reliant le bord d'attaque 37 au bord de fuite 38, ceci afin de limiter le plus possible les perturbations de l'écoulement de l'air issu de l'ouverture 40 le long du premier profil 42 et du deuxième profil 44, le cas échéant (sur les figures 17 et 18, le long du premier profil 42

uniquement).

Afin de simplifier la forme, et pour renforcer la tenue mécanique de l'assemblage composé du tube aérodynamique 8 et du tube caloporteur 4, la paroi de liaison 62 s'étend de préférence selon un plan parallèle aux première 4a, et seconde 4b parois  
5 planes du tube caloporteur 4, comme on peut le voir sur les figures 17 et 21.

Dans le quatrième exemple de réalisation illustré aux figures 17 à 20, le tube aérodynamique 8 présente une section similaire à celle du premier exemple de réalisation. Les grandeurs de dimensionnement déjà données en regard de ce premier exemple de réalisation sont ainsi valables ici dans le cadre de ce quatrième exemple de  
10 réalisation.

De façon optionnelle, et comme on peut le voir sur les figures 17 et 18, le tube aérodynamique 8 comprend également un renfort mécanique 64 reliant l'extrémité 51 de la lèvre interne 40b à la partie droite 48 du deuxième profil 44. Sur l'exemple de la figure 17, le renfort mécanique 64 prend la forme de parois de renfort. Chaque paroi de  
15 renfort peut s'étendre sur une faible portion de la longueur du tube aérodynamique 8. Les dimensions des parois de renfort peuvent cependant varier.

De la même façon que dans les exemples de réalisation précédents, le tube aérodynamique 8 relié au tube caloporteur 4 peut être obtenu par pliage d'une feuille d'aluminium par exemple, ou encore par impression en trois dimensions. Le tube  
20 aérodynamique peut notamment être en plastique, en particulier en polyamide, ou en métal, notamment en aluminium ou en alliage d'aluminium.

Du fait que les tubes aérodynamiques 8 sont d'un seul tenant avec un tube caloporteur 4 correspondant, dans les quatrième et cinquième exemples de réalisation, le ou les collecteurs de fluide 6 et le ou les collecteurs d'admission d'air 16 peuvent  
25 avantageusement être montés d'une seule pièce, comme on peut le voir sur les figures 20 et 22, et comme déjà décrit dans le cadre du premier exemple de réalisation.

Dans les deux exemples de réalisation des figures 17 à 22, le collecteur d'admission d'air 16 est venu de matière avec le collecteur de fluide 14. Comme on peut le voir sur la figure 19, les entrées ou sorties de fluide 18 (suivant qu'il s'agisse  
30 d'un collecteur d'admission de fluide ou d'un collecteur d'évacuation de fluide) et d'air 20 sont en contact avec une plaque collectrice commune 66 aux deux collecteurs de fluide 14 et d'air 16. Une plaque de séparation 68 permet de délimiter les compartiments d'air et de fluide.

Le cinquième exemple de réalisation, illustré aux figures 21 et 22, est analogue  
35 au quatrième exemple de réalisation et n'en diffère que par le fait que les premier et deuxième profils 42, 44 de chaque tube aérodynamique 8 sont symétriques par rapport à un plan de corde passant par le bord d'attaque 37 et le bord de fuite 38 du tube

aérodynamique 8, comme dans les deuxième et troisième exemples de réalisation. Les données de dimensionnement indiquées pour ces deuxième et troisième exemples de réalisation restent valables pour ce cinquième exemple de réalisation.

Plus précisément, la section transversale des tubes aérodynamiques 8 est dans ce cinquième exemple de réalisation, identique à celui des tubes aérodynamiques 8 du deuxième exemple de réalisation.

Par ailleurs, les tubes aérodynamiques 8 sont munis de moyens de guidage du flux d'air 56 sous la forme de déflecteurs 58 analogues à ceux du deuxième exemple de réalisation.

10 Les figures 23 à 30 sont maintenant décrites en détail.

Comme déjà indiqué en relation avec les figures précédentes, les tubes aérodynamiques 8 du dispositif de ventilation 2, sont sensiblement rectilignes, parallèles entre eux et alignés de manière à former une rangée de tubes aérodynamiques 8.

15 De préférence, les tubes caloporteurs 4 et les tubes aérodynamiques 8 sont tous parallèles entre eux. Ainsi, les rangées de tubes aérodynamiques 8 et de tubes caloporteurs 4 sont elles-mêmes parallèles. En outre, les tubes aérodynamiques 8 sont disposés de sorte que chacun d'entre eux se trouve en vis-à-vis d'un tube caloporteur 4.

20 La structure des tubes 8 et leur agencement pour générer un effet Coanda ont déjà été décrits en référence aux figures précédentes.

Le dispositif de ventilation 2 comprend en outre au moins un collecteur d'air 16 reliant une extrémité de chaque tube aérodynamique 8, comprenant une entrée d'admission d'air 20, afin d'alimenter en air l'intérieur des tubes aérodynamiques 8, ce qui permet d'envoyer de l'air de manière homogène vers l'intérieur de chaque tube aérodynamique 8. En effet, comme cela sera mieux expliqué ci-après, chaque collecteur d'air 16 peut permettre un débit et une pression d'air sensiblement identique à chaque extrémité 20 de chaque tube aérodynamique 8 relié au collecteur d'air 16, notamment quand un dispositif de propulsion d'air est intégré au collecteur d'air 16.

30 Sur les modes de réalisation des figures 23 à 28, on peut voir que le dispositif de ventilation 2 comporte deux collecteurs d'air 16. Ainsi, les tubes aérodynamiques 8 sont, préférentiellement, reliés à chacune de leurs extrémités à un des collecteurs d'air 16 afin d'homogénéiser le débit d'air le long de chaque tube aérodynamique 8. De préférence, chaque collecteur d'air 16 est réalisé en aluminium, en alliage d'aluminium, en matériau polymère ou en polyamide, de préférence en PA66.

35 Avantagusement, chaque collecteur d'admission d'air 16 est ici dépourvu de toute autre ouverture que les orifices dans lesquels débouchent les tubes de ventilation

8. Notamment, chaque collecteur d'admission d'air 16 est de préférence dépourvu d'ouverture orientée en direction de l'échangeur de chaleur 1, qui permettrait dans le cas présent d'éjecter une partie du flux d'air parcourant le collecteur d'air 16, directement en direction de l'échangeur de chaleur 1, sans parcourir au moins une  
5 portion d'un tube de ventilation 8.

Dans cet exemple de réalisation, chaque collecteur d'air 16 reçoit au moins un dispositif de propulsion d'air 21, agencé pour aspirer de l'air et l'envoyer à l'intérieur de chaque tube aérodynamique 8, cette intégration permettant notamment d'optimiser l'espace nécessaire.

10 Pour des raisons de simplification de fabrication et de compactage, les collecteurs d'air 16 pourraient également être utilisés pour collecter le fluide des tubes caloporteurs 4 (comme décrit et illustré pour le premier exemple de réalisation des figures 1 à 7).

Dans le mode de réalisation des figures 23 et 24, chaque collecteur d'air 16 est  
15 sensiblement cylindrique (selon une autre alternative possible, ils pourraient être oblongs) et comporte une série sensiblement verticale d'orifices destinés à recevoir, chacun, une extrémité d'un des tubes aérodynamiques 8. De plus, chaque collecteur d'air 16 comporte au moins une ouverture 17 d'aspiration d'air située sur sa surface externe de manière sensiblement symétrique par rapport à ladite série d'orifices pour  
20 permettre audit au moins un dispositif de propulsion d'air 21 d'être alimenté en air ambiant.

A la figure 23, on peut voir que chaque collecteur d'air 16 comporte une unique ouverture 17. Toutefois, selon une autre réalisation possible, un collecteur d'air 16 peut comporter plusieurs ouvertures, de préférence réparties de manière régulière sur la  
25 hauteur du collecteur 16.

L'ouverture 17 peut présenter une forme sensiblement oblongue.

L'ouverture 17 présente une longueur de préférence au moins de l'ordre de 50% d'une longueur du collecteur d'air 16.

Sur la figure 23, l'ouverture 17 s'étend sensiblement sur toute la hauteur du  
30 cylindre de son collecteur d'air 16 associé.

Avantageusement, chaque collecteur d'air 16 comporte un dispositif de propulsion d'air 21, par exemple formée par une turbomachine ou un ventilateur tangentiel 23 comme mieux visible à la figure 24.

35 Chaque turbomachine ou ventilateur tangentiel 23 peut comporter notamment un actionneur 29 déplaçant sur commande une roue à aube 33 remplissant sensiblement tout l'intérieur de son collecteur d'air 16 associé. L'actionneur 29 peut être du type mécanique, électrique ou encore pneumatique.

On comprend ainsi immédiatement que le débit et la pression d'air, qui seront exercés à chaque extrémité de tube aérodynamique 8, seront sensiblement identiques pour chaque collecteur d'air 16. De même, si les collecteurs d'air 16 et leur dispositif de propulsion d'air 21 associé sont identiques, le même débit et la même pression d'air seront exercés à toutes les extrémités, via les entrées d'admission d'air 20 des tubes aérodynamiques 8. Plus précisément pour chaque collecteur d'air 16, comme visible à la figure 25, quand le dispositif de ventilation 2 est actif, de l'air aspiré B passe par l'ouverture 17 d'aspiration puis est entraîné par la roue à aube 33 vers la série d'orifices raccordés chacun à une extrémité tube aérodynamique 8. On s'aperçoit que de l'air soufflé C est ainsi envoyé à l'intérieur de chaque tube aérodynamique 8 pour, comme expliqué ci-dessus, générer, via l'ouverture 40 de projection, un flux d'air 46.

Sur le mode de réalisation illustré aux figures 26 et 27, chaque collecteur d'air 16 est sensiblement cylindrique (selon une autre alternative possible, ils pourraient être oblongs) et comporte une série sensiblement verticale d'orifices (ici au nombre de dix-huit en guise d'exemple) destinés à recevoir chacun une extrémité d'un des tubes aérodynamiques 8 (également au nombre de dix-huit dans cet exemple). De plus, chaque collecteur d'air 16 comporte au moins une ouverture 17 d'aspiration d'air située à une de ses extrémités de manière sensiblement perpendiculaire par rapport à ladite série d'orifices pour permettre à ladite au moins un dispositif de propulsion d'air 21 d'être alimenté en air ambiant. A la figure 26, on peut voir que chaque collecteur d'air 16 comporte une unique ouverture 17 de forme sensiblement circulaire, disposée à une extrémité de la forme générale longitudinale du collecteur d'air, et sur sensiblement tout le diamètre interne du cylindre de son collecteur d'air 16 associé.

Dans ce mode de réalisation également, chaque collecteur d'air 16 comporte un dispositif de propulsion d'air 21 formée par une turbomachine ou un ventilateur tangentiel 23 comme mieux visible à la figure 27. Plus précisément, chaque ventilateur tangentiel 23 comporte un actionneur 29 déplaçant sur commande une roue à aube 33 remplissant sensiblement tout l'intérieur de son collecteur d'air 16 associé. L'actionneur 29 peut être du type mécanique, électrique ou encore pneumatique.

On comprend ainsi immédiatement que le débit et la pression d'air, qui seront exercés à chaque extrémité via les entrées d'admission d'air 20 de tube aérodynamique 8, seront sensiblement identiques pour chaque collecteur d'air 16. De même, si les collecteurs d'air 16 et leur dispositif de propulsion d'air 21 associé sont identiques, le même débit et la même pression d'air seront exercés à toutes les extrémités des tubes aérodynamiques 8. Plus précisément pour chaque collecteur d'air 16, comme visible à la figure 27, quand le dispositif de ventilation 2 est actif, de l'air aspiré B passe par l'ouverture 17 d'aspiration puis est entraîné par la roue à aube 33

vers la série d'orifices raccordés chacun à une extrémité tube aérodynamique 8. On s'aperçoit que de l'air soufflé C est ainsi envoyé à l'intérieur de chaque tube aérodynamique 8 pour, comme expliqué ci-dessus, générer, via l'ouverture 40 de projection, un flux d'air 46.

5 Selon un autre mode de réalisation illustré à la figure 28, au moins un collecteur d'air 16 pourrait avoir des dispositifs de propulsion d'air 21<sub>1</sub>, 21<sub>2</sub>. A titre d'exemple nullement limitatif, comme visible à la figure 28, quand le dispositif de ventilation 2 est actif, de l'air pourrait être aspiré par une (ou plusieurs) ouverture(s) 17 d'aspiration pour être entraîné par des première et deuxième roues à aube 33<sub>1</sub>, 33<sub>2</sub>, à l'aide de premier  
10 et deuxième actionneurs 29<sub>1</sub>, 29<sub>2</sub>, vers l'extrémité de première et deuxième séries 8<sub>1</sub>, 8<sub>2</sub> de tubes aérodynamiques 8. On s'aperçoit immédiatement que le dispositif de ventilation 2 pourrait ainsi sélectivement souffler des régions différenciées d'un ou plusieurs échangeur de chaleur, comme l'échangeur de chaleur 1, c'est-à-dire seulement par la première série 8<sub>1</sub>, seulement par la deuxième série 8<sub>2</sub> ou par les  
15 première et deuxième séries 8<sub>1</sub>, 8<sub>2</sub> en même temps avec, ou non, le même débit.

En outre, les dispositifs de propulsion d'air 21 ne saurait se limiter à une turbomachine ou un ventilateur tangentiel 23, mais pourrait également être du type axial, hélicoïdal ou tout autre type de ventilateur compact. Ainsi, selon une variante de dispositifs de propulsion d'air 21 illustrée aux figures 29 et 30, un (ou plusieurs)  
20 ventilateur(s) centrifuge(s) 23 pourrait être remplacé par un (ou plusieurs) ventilateur(s) hélicoïdal (hélicoïdaux) 25 dans chaque collecteur d'air 16 d'un quelconque des modes de réalisation. On comprend notamment qu'un ventilateur centrifuge 23 pourrait être remplacé par plusieurs ventilateurs hélicoïdaux 25 dans un même collecteur d'air 16. Chaque ventilateur hélicoïdal 25 peut ainsi comporter un actionneur 29 du type  
25 mécanique, électrique ou encore pneumatique déplaçant sur commande une hélice 31 dans une enveloppe 35 trouée comme visible à la figure 29 afin de permettre l'aspiration de l'air pour l'envoyer vers les extrémités des tubes aérodynamiques 8 avec les mêmes effets et avantages que ceux cités pour le ventilateur centrifuge 23.

Par conséquent, quel que soit le mode de réalisation, le dispositif de ventilation 2  
30 permet une optimisation de l'énergie nécessaire à la ventilation des échangeurs de chaleur que comporte le module d'échange de chaleur, tel que l'échangeur de chaleur 1, en comparaison de l'utilisation d'une hélice classique dont les moyens de motorisation consomment beaucoup d'énergie. En outre, l'intégration de dispositif de propulsion d'air permet de souffler de l'air de manière plus homogène et maîtrisée dans  
35 le collecteur d'air, aux extrémités des tubes de ventilation 8. Les tubes de ventilation 8 ont alors un flux d'air en entrée qui est à peu près équivalent pour tous les tubes, ce qui permet de générer un flux d'air plus homogène avec le dispositif de ventilation. De

surcroit, l'intégration des dispositifs de propulsion d'air à un ou plusieurs collecteurs d'air permet de gagner en compacité, et d'offrir un dispositif de ventilation 2 qui peut se loger plus facilement dans un véhicule automobile.

De plus, chaque dispositif de propulsion d'air 21 tel qu'une turbomachine étant  
 5 intégré dans un collecteur d'air 16 du dispositif de ventilation 2, il n'est plus nécessaire d'utiliser des échangeurs de chaleur muni d'une hélice de ventilation. On comprend en outre que le dispositif de ventilation 2 permet avantageusement de proposer un écoulement homogène grâce aux tubes aérodynamiques 8, contrairement à une hélice dont les pales génèrent un écoulement turbulent et ventilent une surface plutôt  
 10 circulaire, et de ne pas bloquer l'écoulement de l'air ambiant vers les tubes 4 et les ailettes 6 lorsque le dispositif de ventilation 2 est éteint, contrairement à une hélice dont les pales immobiles et le moteur au centre de l'hélice limitent l'échange de chaleur.

On va maintenant décrire plus en détail les figures 31 à 36.

Les figures 31 et 33 illustrent un sixième exemple de réalisation, dans lequel au  
 15 moins un des tubes aérodynamiques 8 comprend des moyens de répartition 70 du flux d'air F parcourant le tube aérodynamique 8. En d'autres termes, ces moyens de répartitions visent à diriger au moins une portion du flux d'air alimentant le tube aérodynamique 8 vers des portions différentes de la longueur du tube aérodynamique 8. Ceci permet ainsi de s'assurer que le tube aérodynamique est alimenté de manière  
 20 sensiblement homogène en flux d'air F sur toute sa longueur. L'échangeur de chaleur est alors ventilé de façon sensiblement plus uniforme.

Plus particulièrement, les moyens de répartition 70 comprennent une pluralité de parois de répartition 72 définissant un passage du flux d'air entre une de ces parois de répartition 72 et :

- 25
- une autre paroi de répartition 72, ou
  - une paroi du tube aérodynamique 8, ici la paroi 74 définissant le bord d'attaque 37.

La ou les parois de répartition 72 peuvent s'étendre sur sensiblement toute la hauteur du tube aérodynamique 8.

30 Dans les variantes représentées aux figures 34 et 35, les parois de répartition 72 sont au nombre de quatre et sont disposées de façon symétrique par rapport à un plan normal à la direction longitudinale du tube aérodynamique 8 situé à la moitié de la longueur du tube. Ce plan est notamment matérialisé dans les exemples des figures 32 à 34 par une cloison plane 76 formant des moyens de cloisonnement 78 séparant  
 35 hermétiquement le tube aérodynamique 8 en deux espaces E1 et E2 contigus.

De cette manière, chacun des espaces E1 et E2 du tube aérodynamique 8 est divisé, dans les exemples des figure 33 et 34, en trois volumes internes V1, V2, V3

distincts. Autrement dit, les parois de répartition 72 répartissent le flux d'air F dans ces trois volumes V1, V2, V3.

De préférence, les parois de répartition 72 sont venues de matière avec le tube aérodynamique 8.

5 Par ailleurs, de manière à limiter les pertes de charge, les parois de répartition 72 s'étendent à partir du bord d'attaque 37. Les parois de répartition 72 se prolongent par exemple en faisant un angle avec une première portion plane 82 s'étendant sensiblement depuis le bord d'attaque 37, en direction de l'extrémité 80 du tube aérodynamique 8 la plus proche.

10

Plus précisément, dans les variantes illustrées aux figures 33 à 35, les parois de répartition 72 comprennent chacune une première portion plane 82 s'étendant, à partir du bord d'attaque 37, selon une direction sensiblement perpendiculaire à la direction longitudinale du tube aérodynamique 8. Les parois de répartition 72 comprennent  
15 également une deuxième portion plane 84 s'étendant à partir de la première portion plane 82 et faisant un angle avec la première portion plane 82.

De manière à effectuer un guidage du flux d'air F et ainsi mieux le répartir sur la longueur du tube aérodynamique 8, l'extrémité de la deuxième portion 84, opposée à la première portion plane 82, est orientée vers l'extrémité 80 du tube aérodynamique la  
20 plus proche de la paroi de répartition 72.

De façon à limiter les pertes de charge, l'angle entre la première portion plane et la deuxième portion plane est compris entre  $60^\circ$  et  $160^\circ$ , de préférence compris entre  $90^\circ$  et  $120^\circ$ .

Les parois de répartition 72 peuvent comprendre également, telles qu'illustrées,  
25 chacune une troisième portion plane 86 s'étendant, à partir de la deuxième portion plane 84 et faisant un angle avec la deuxième portion plane 84.

De manière à effectuer un guidage du flux d'air F et ainsi mieux le répartir sur la longueur du tube aérodynamique, l'extrémité libre 86E de la troisième portion plane est orientée vers l'extrémité 80 du tube aérodynamique la plus proche de la paroi de  
30 répartition 74.

Dans une première variante représentée par les exemples des figures 33 et 35, des premières parois de répartition 90 s'étendent jusqu'à l'extrémité 80 du tube aérodynamique la plus proche. Plus précisément, la troisième portion plane 86 s'étend de manière que l'extrémité libre 86E atteigne l'extrémité 80 du tube aérodynamique 8,  
35 la plus proche. Ces deux premières parois de répartition 90 sont ici les plus proches de l'extrémité 80 du tube aérodynamique.

Dans une deuxième variante représentée par l'exemple de la figure 33, des

premières parois de répartition 95 s'étendent vers l'extrémité 80 du tube aérodynamique la plus proche, sans l'atteindre. Les premières parois de répartition 95 s'étendent selon une direction d'extension rectiligne, la direction d'extension de la ou chaque paroi de répartition 95 formant un angle non plat avec la direction longitudinale du tube 8.

Dans une troisième variante représentée par les exemples des figures 34 et 35, non seulement des premières parois de répartition 90 s'étendent jusqu'à l'extrémité 80 du tube aérodynamique 8, la plus proche, de la même façon que dans la première variante, mais des deuxièmes parois de réparation 92 s'étendent également jusqu'à l'extrémité 80 du tube aérodynamique 8, la plus proche.

Plus précisément, leur troisième portion plane 86 s'étend de manière que l'extrémité libre 86E atteigne l'extrémité 80 du tube aérodynamique 8. Ces deux premières parois de répartition 92 sont ici les plus proches de la cloison 76. Ainsi, dans ce mode de réalisation, toutes les parois de réparation 72 s'étendent jusqu'à une extrémité 80 du tube aérodynamique.

Par ailleurs, dans l'exemple de réalisation représenté aux figures 31 et 33, et dans les variantes représentées aux figures 32, 34 à 36, au moins un tube aérodynamique 8 comprend des moyens de guidage 94 du flux d'air permettant d'orienter le flux d'air F à sa sortie des ouvertures 40. Notamment, ces moyens de guidage 94 permettent de guider le flux d'air F parcourant le tube aérodynamique 8, et sont configurés pour dévier le flux d'air F par rapport à une direction longitudinale du tube aérodynamique 8. Il est ainsi possible d'augmenter l'efficacité de la ventilation fournie par le dispositif de ventilation.

Plus particulièrement, les moyens de guidage 94 peuvent être configurés de façon que le flux d'air s'écoule, à sa sortie du tube aérodynamique 8, selon une direction sensiblement normale au plan de l'ouverture 40.

Les moyens de guidage 94 sont de préférence des déflecteurs 96 venus de matière avec le tube aérodynamique 8, de préférence disposés régulièrement le long de ce tube.

De manière à limiter les pertes de charge, les déflecteurs 96 s'étendent à partir du bord d'attaque 37.

Afin d'améliorer le guidage du flux d'air F, les déflecteurs 96 s'étendent sur sensiblement toute la hauteur des tubes de ventilation 8.

Plus particulièrement, les déflecteurs 96 comprennent une première portion plane 98 s'étendant, à partir du bord d'attaque 37, selon une direction sensiblement perpendiculaire à la direction longitudinale du tube aérodynamique 8, et une deuxième portion plane 100 s'étendant à partir de la première portion plane 98 et faisant un angle

avec la première portion plane 98. Par exemple, l'angle entre la première portion 98 plane et la deuxième portion plane 100 est compris entre  $60^\circ$  et  $160^\circ$ , de préférence compris entre  $90^\circ$  et  $120^\circ$ .

De manière à améliorer le guidage du flux d'air, l'extrémité libre 100E de la  
5 deuxième portion plane 98 est orientée vers l'extrémité 80 du tube aérodynamique la plus proche du déflecteur 96.

Afin de limiter les turbulences dans le tube aérodynamique 8 et les pertes de charge, dans des variantes représentées aux figures 35 et 36 le tube aérodynamique 8 est muni de moyens de comblement 102 comblant une partie du tube aérodynamique 8  
10 de façon à délimiter un espace EC du tube aérodynamique 8 dans lequel le flux d'air F ne peut circuler. Ces moyens de comblement peuvent comprendre notamment de la matière plastique ou de l'aluminium, qui peut par exemple être identique au matériau dont est composé les tubes aérodynamiques, ou peut comprendre de la mousses par exemple.

15 Enfin, contrairement aux exemples des figures 31 à 36 qui sont symétriques par rapport à un plan médian du tube aérodynamique 8, perpendiculaire à une direction longitudinale du tube aérodynamique 8, l'exemple de la figure 42 est asymétrique par rapport à un tel plan. Plus précisément, ce tube aérodynamique 8 comprend des  
20 moyens 104 de répartition asymétrique du flux d'air parcourant le conduit aérodynamique 8 vers l'ouverture 40. Ici, en effet, le tube aérodynamique est destiné à être alimenté en flux d'air par ses deux extrémités longitudinales 80. Cependant, deux parois de répartition 72 sont prévues qui permettent de guider le flux d'air provenant d'une première extrémité 80a vers une première partie 40a de l'ouverture 40, tandis que deux parois de répartition 72 permettent de guider le flux d'air provenant d'une  
25 deuxième extrémité 80b, opposée à la première extrémité 80a du tube aérodynamique 8, vers une deuxième partie 40b de l'ouverture 40, de telle sorte que les premières et deuxièmes parties 40a, 40b soient asymétriques. Notamment, les première et deuxième parties 40a, 40b de l'ouverture 40 étant complémentaires, la longueur  $L_a$  de la première partie 40a peut représenter entre le quart et le tiers de la longueur totale de  
30 l'ouverture 40.

De tels moyens de répartitions asymétriques du flux d'air traversant le tube aérodynamique 8 permettent notamment d'adapter le flux d'air total à l'échangeur de chaleur 1, notamment pour refroidir d'avantage une zone de cet échangeur de chaleur qu'une autre en créant un flux d'air total plus important dans cette zone ou pour vaincre  
35 une perte de charge plus importante dans cette zone. Ceci peut notamment être réalisé avec une unique turbomachine alimentant les deux collecteurs d'admission d'air de manière symétrique, ou avec deux turbomachines identiques alimentant chacune le

dispositif de ventilation à travers un collecteur d'admission d'air respectif, là encore de manière symétrique.

Par ailleurs, en regard des figures 43 à 47, il est à noter que le dispositif de ventilation 2 peut comprendre un ou plusieurs dispositifs de propulsion d'air 21, notamment des turbomachines, alimentant en flux d'air les tubes aérodynamiques 8 via le ou les collecteurs d'admission d'air 16. Le ou les collecteurs d'admission d'air peuvent notamment s'étendre principalement selon une direction longitudinale entre une première extrémité  $16_1$  et une deuxième extrémité  $16_2$ . Le ou chaque collecteur d'admission peut alors être alimenté en flux d'air par une ou plusieurs turbomachines communes ou, au contraire, respectives. Notamment, comme illustré par les flèches CF, à la figure 43 :

- un débouché du collecteur d'admission d'air ou de chaque collecteur d'admission d'air 16, au niveau de la première extrémité  $16_1$ , peut être en communication de fluide avec au moins un dispositif de propulsion d'air 21 ;
- un débouché du collecteur d'admission d'air ou de chaque collecteur d'admission d'air 16, au niveau de la deuxième extrémité  $16_2$ , peut être en communication de fluide avec au moins un dispositif de propulsion d'air 21 ;
- un débouché disposé entre les première  $16_1$  et deuxième  $16_2$  extrémités, notamment à mi-distance entre les première et deuxième extrémités, du collecteur d'admission d'air ou de chaque collecteur d'admission d'air 16, peut être en communication de fluide avec au moins un dispositif de propulsion d'air 21.

Dans la suite, sauf mention contraire, les communications de fluide décrites sont les seules existantes.

La figure 44 illustre un premier exemple dans lequel un unique dispositif de propulsion d'air 21 est mis en œuvre pour alimenter en flux d'air les deux collecteurs d'admission d'air 16 disposés aux deux extrémités des tubes aérodynamiques 8. Ce dispositif de propulsion d'air 21 peut par exemple être en communication de fluide avec les premières extrémités  $16_1$ , ici supérieures, des deux collecteurs d'admission d'air 16.

Sur la figure 45, un premier dispositif de propulsion d'air 21 est en communication de fluide avec la deuxième extrémité  $16_2$ , ici inférieure, d'un premier collecteur d'admission d'air 16, tandis qu'un deuxième dispositif de propulsion d'air 21 est en communication de fluide avec la première extrémité  $16_1$ , ici supérieure, du deuxième collecteur d'admission d'air 16.

Sur la figure 46, un premier dispositif de propulsion d'air 21 est en communication de fluide avec un débouché  $16c$  d'un premier collecteur d'admission d'air 16, disposé sensiblement à mi-distance entre les première et deuxième extrémités  $16_1$ ,  $16_2$  du

premier collecteur d'admission d'air 16. Un deuxième dispositif de propulsion d'air 21 est en communication de fluide avec la première extrémité 16<sub>1</sub> du deuxième collecteur d'admission d'air 16, tandis qu'un troisième dispositif de propulsion d'air 21 est en communication de fluide avec la deuxième extrémité 16<sub>2</sub> du deuxième collecteur d'admission d'air.

Sur la figure 47, quatre dispositifs de propulsion d'air 21 sont mis en œuvre, chacun des dispositifs de propulsion d'air 21 étant en communication de fluide avec un débouché respectif du premier et du deuxième collecteurs d'admission d'air 16, réalisés aux premières et deuxièmes extrémités 16<sub>1</sub>, 16<sub>2</sub> des collecteurs d'admission d'air 16.

Enfin, les tubes aérodynamiques décrits dans la demande peuvent notamment être obtenus par moulage, extrusion, emboutissage ou pliage. Ces tubes aérodynamiques 8 peuvent notamment être en l'un parmi un matériau plastique, notamment un polyamide (PA), un polycarbonate (PC), un polychlorure de vinyle (PVC), un polyméthacrylate de méthyle (PMMA), et un matériau métallique tel que l'aluminium ou un alliage d'aluminium.

Notamment la figure 40 illustre les étapes pour réaliser un tube aérodynamique 8 symétrique, avec deux ouvertures 40. On commence par former des trous 108 dans une tôle 106. Puis on plie la tôle 106 selon le modèle de tube aérodynamique 8 souhaité. Ici, par exemple, on forme deux demi-tubes 8' (en fait deux tubes aérodynamiques 8 ayant une unique ouverture 40) identiques ou symétriques. Enfin, on fixe les deux demi-tubes 8' ensemble pour former un tube aérodynamique 8 symétrique. En variante, les demi-tubes 8' ne sont pas réalisés par pliage, mais par tout autre procédé accessible à l'homme de l'art, notamment par moulage, par extrusion ou par emboutissage. Selon une variante également, un ou plusieurs tubes caloporteurs 4 peuvent être réalisés, venus de matière avec le tube aérodynamique 8, notamment avec un unique demi-tube 8' ou avec chaque demi-tube 8'.

On peut alors réaliser un dispositif de ventilation en fabriquant les tubes aérodynamiques comme décrit précédemment, en fournissant le ou les collecteurs d'admission d'air 16 et en fixant les tubes aérodynamique 8 au(x) collecteur(s) d'admission d'air 16. Cette fixation peut notamment être réalisée par soudage, brasage, collage ou déformation plastique des tubes aérodynamiques et/ou du ou des collecteurs d'admission d'air.

Pour former un module d'échange de chaleur, on fournit en outre un dispositif d'échange de chaleur avec des tubes caloporteurs, qu'on associe au dispositif de ventilation de telle sorte que le dispositif de ventilation soit adapté à générer un flux d'air vers les tubes caloporteurs. Dans le cas où les tubes caloporteurs 4 sont venus de matière avec les tubes aérodynamiques 8, cette étape peut alors consister à fixer les

tubes caloporteurs entre deux collecteurs de fluide de refroidissement, à chaque extrémité des tubes caloporteurs 4. Ceci peut être réalisé selon les mêmes procédés que ceux mis en œuvre pour fixer les tubes aérodynamiques 8 aux collecteurs d'admission d'air.

5 L'invention n'est pas limitée aux exemples de réalisation présentés et d'autres modes de réalisation apparaîtront clairement à l'homme du métier. Notamment, les différents exemples peuvent être combinés, tant qu'ils ne sont pas contradictoires.

10 Par ailleurs, les modes de réalisation représentés sur les figures illustrent un échangeur de chaleur de type échangeur pour le refroidissement d'un moteur de véhicule. Toutefois, le dispositif de ventilation peut générer un flux d'air à travers tout autre échangeur de chaleur de véhicule automobile, tels qu'un échangeur de chaleur haute température et/ou basse température, un condenseur, un échangeur pour le refroidissement d'air de suralimentation, etc. Le module d'échange de chaleur peut de la même manière comporter n'importe quel échangeur de chaleur de ce type.

15

## REVENDICATIONS

1. Module d'échange de chaleur comprenant :

- un échangeur de chaleur (1) de véhicule automobile comprenant
    - 5           o plusieurs tubes, dits tubes caloporteurs (4), dans lequel un fluide est destiné à circuler, et
    - o au moins un collecteur de fluide (14), relié aux tubes caloporteurs, et
  - un dispositif de ventilation (2), destiné à générer un flux d'air en direction des
    - 10           tubes caloporteurs (4), comprenant
      - o des conduits, dits conduits aérodynamiques (8), chaque conduit aérodynamique étant muni d'au moins une ouverture (40) de passage d'un flux d'air traversant ledit conduit aérodynamique (8),
      - o au moins un collecteur d'air (16) relié aux conduits aérodynamiques,
- 15 le collecteur d'air (16) et le collecteur de fluide (14) étant réalisés au sein d'une même pièce (12).

2. Module d'échange de chaleur selon la revendication 1, comprenant en outre un dispositif de propulsion de fluide en communication de fluide avec un collecteur d'admission de fluide (14) et/ou un dispositif de propulsion d'air (21) en communication de fluide avec ledit au moins un collecteur d'air (16).

20

3. Module d'échange de chaleur selon la revendication 1 ou 2, dans lequel le ou les collecteurs d'air (16) comportant des orifices, chaque conduit aérodynamique (8) débouchant dans le ou chaque collecteur d'air (16) par une de ses extrémités, dans un orifice distinct du ou de chaque collecteur d'air (16).

25

4. Module d'échange de chaleur selon la revendication 3, dans lequel chaque conduit aérodynamique (8) a au moins une ouverture, distincte de ses extrémités, en dehors du ou de chaque collecteur d'air (16).

30

5. Module d'échange de chaleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel chaque collecteur de fluide (14) est emboîté dans un collecteur d'air (16) respectif.

6. Module d'échange de chaleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel chaque collecteur de fluide (14) est assemblé à un collecteur d'admission d'air (16) respectif par brasage, collage ou sertissage.

5           7. Module d'échange de chaleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel chaque collecteur de fluide (14) est venu de matière avec un collecteur d'air (16) respectif.

10           8. Module d'échange de chaleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel chaque collecteur de fluide (14) et/ou chaque collecteur d'air (16) est/sont réalisé/s en aluminium, en matériau polymère ou en polyamide, de préférence en PA66.

FIG. 1

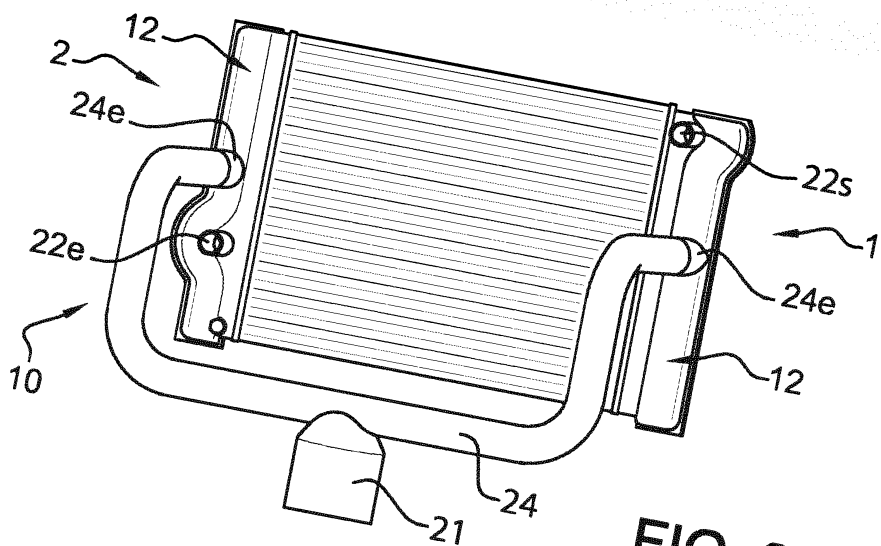
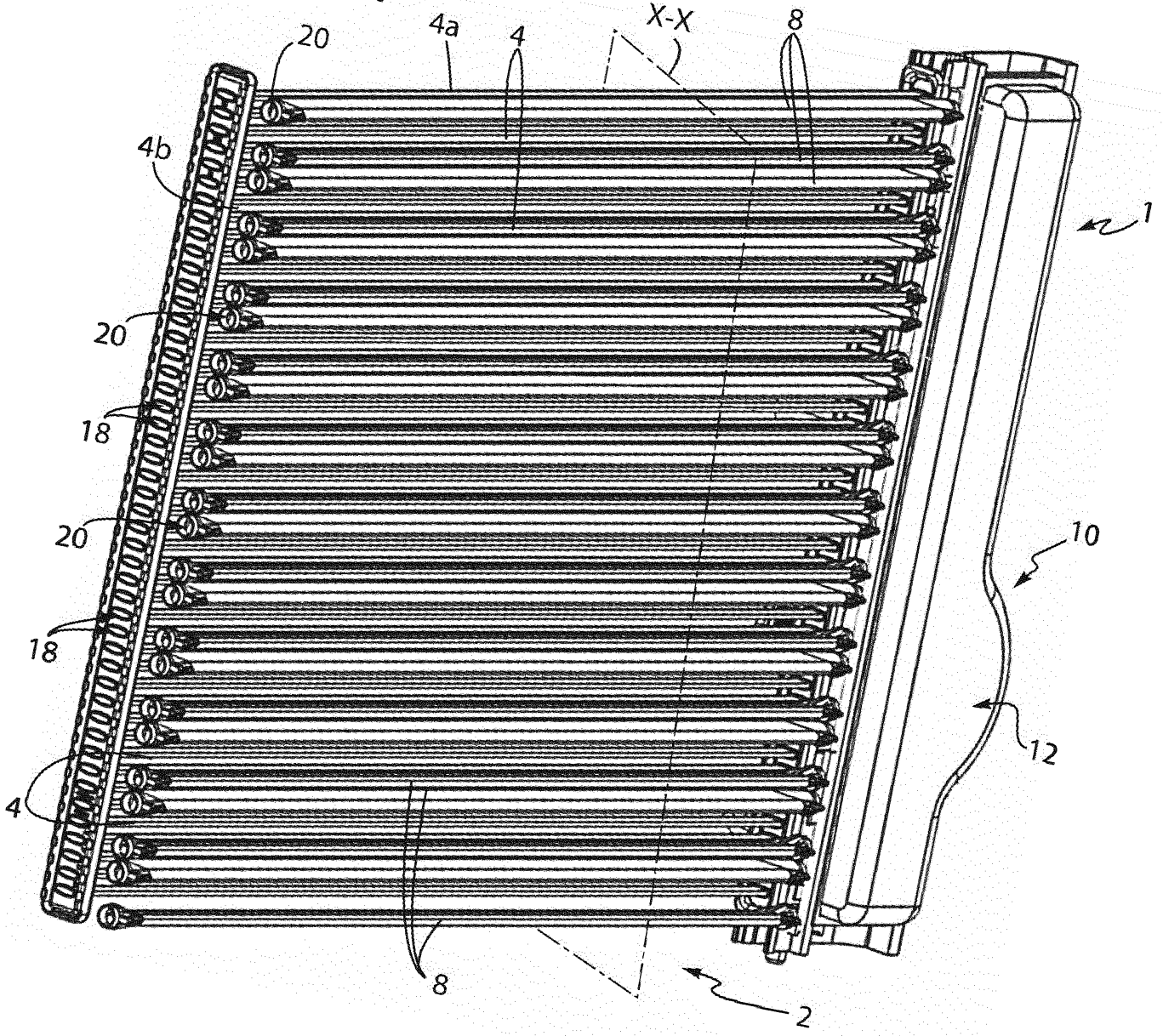


FIG. 2



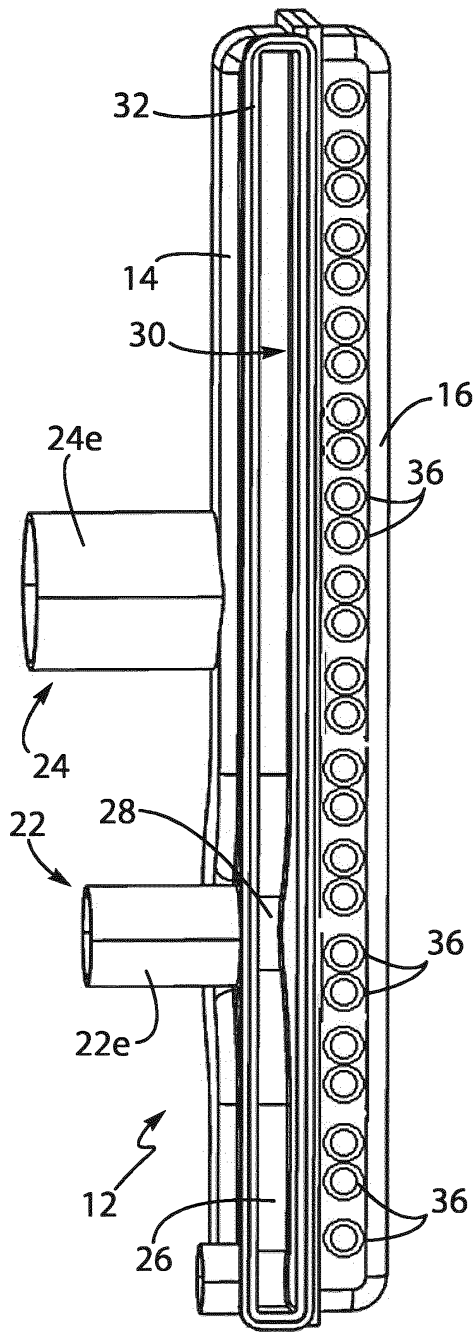


FIG. 6

VII - VII

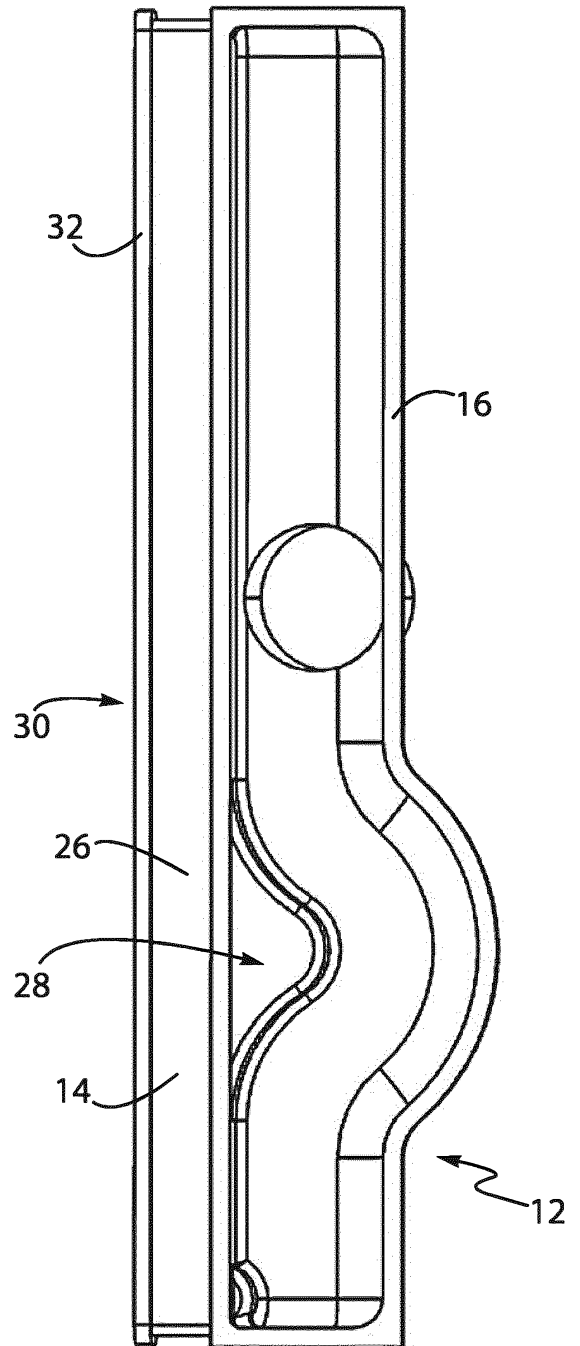


FIG. 7

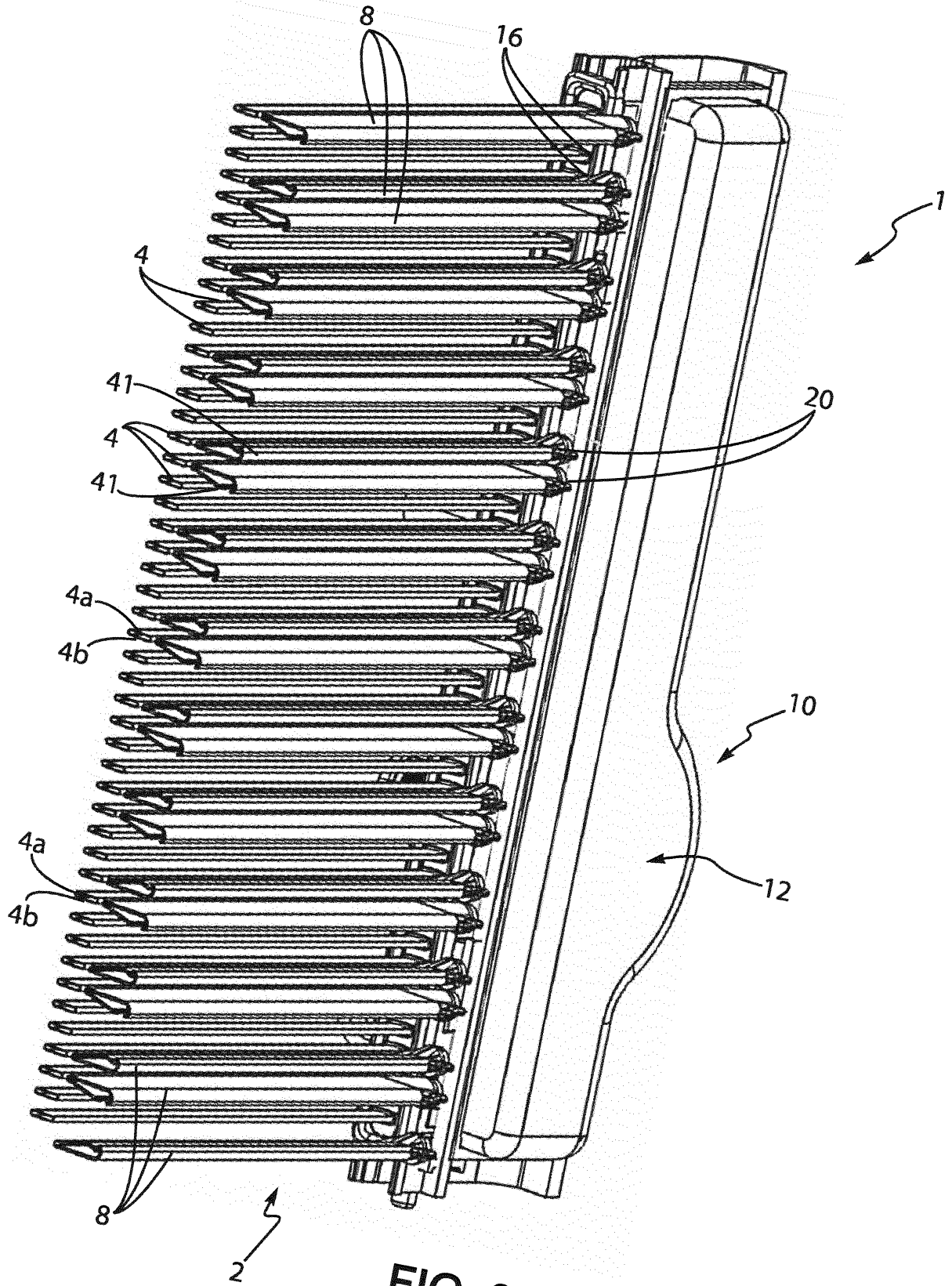


FIG. 8

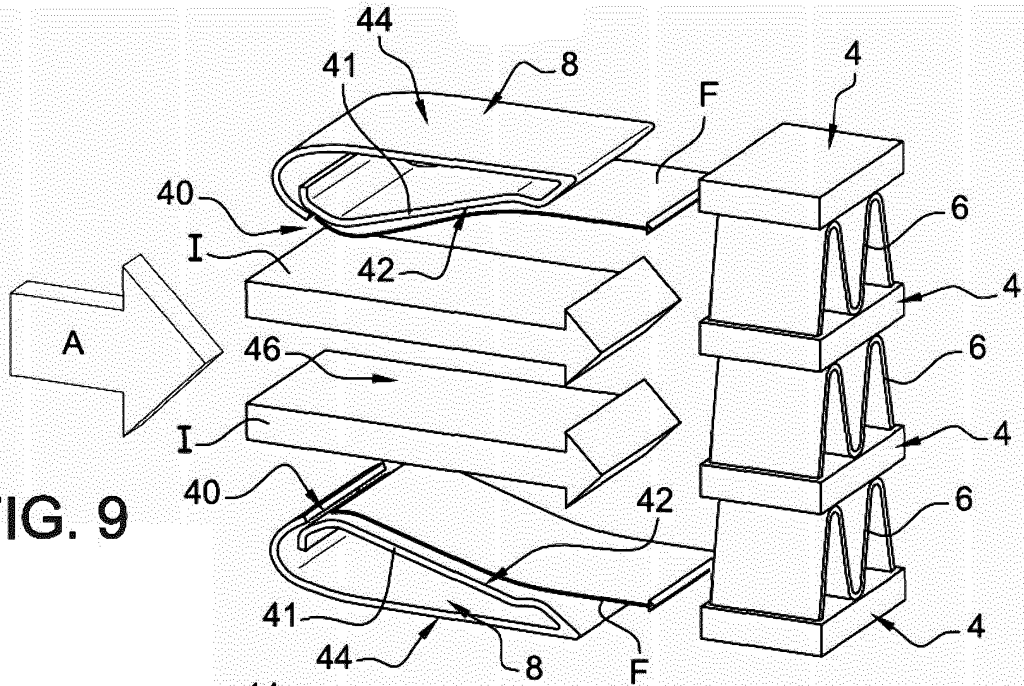
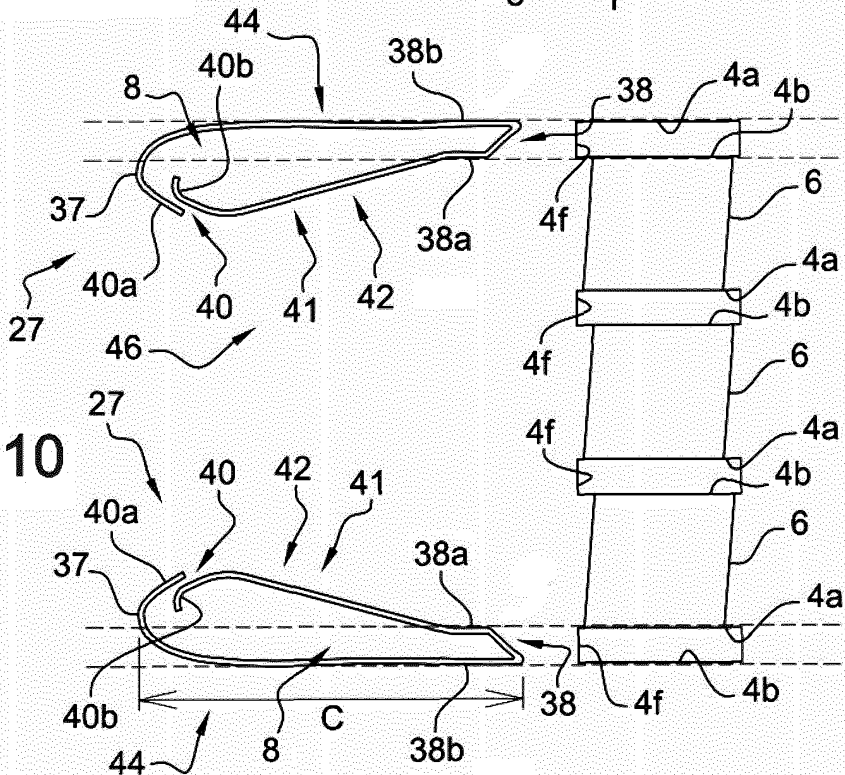
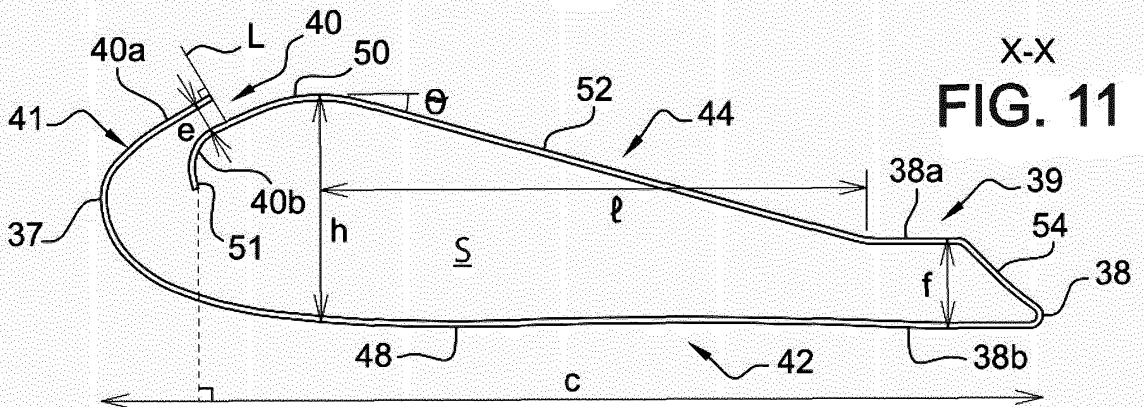


FIG. 9



X-X  
FIG. 10



X-X  
FIG. 11

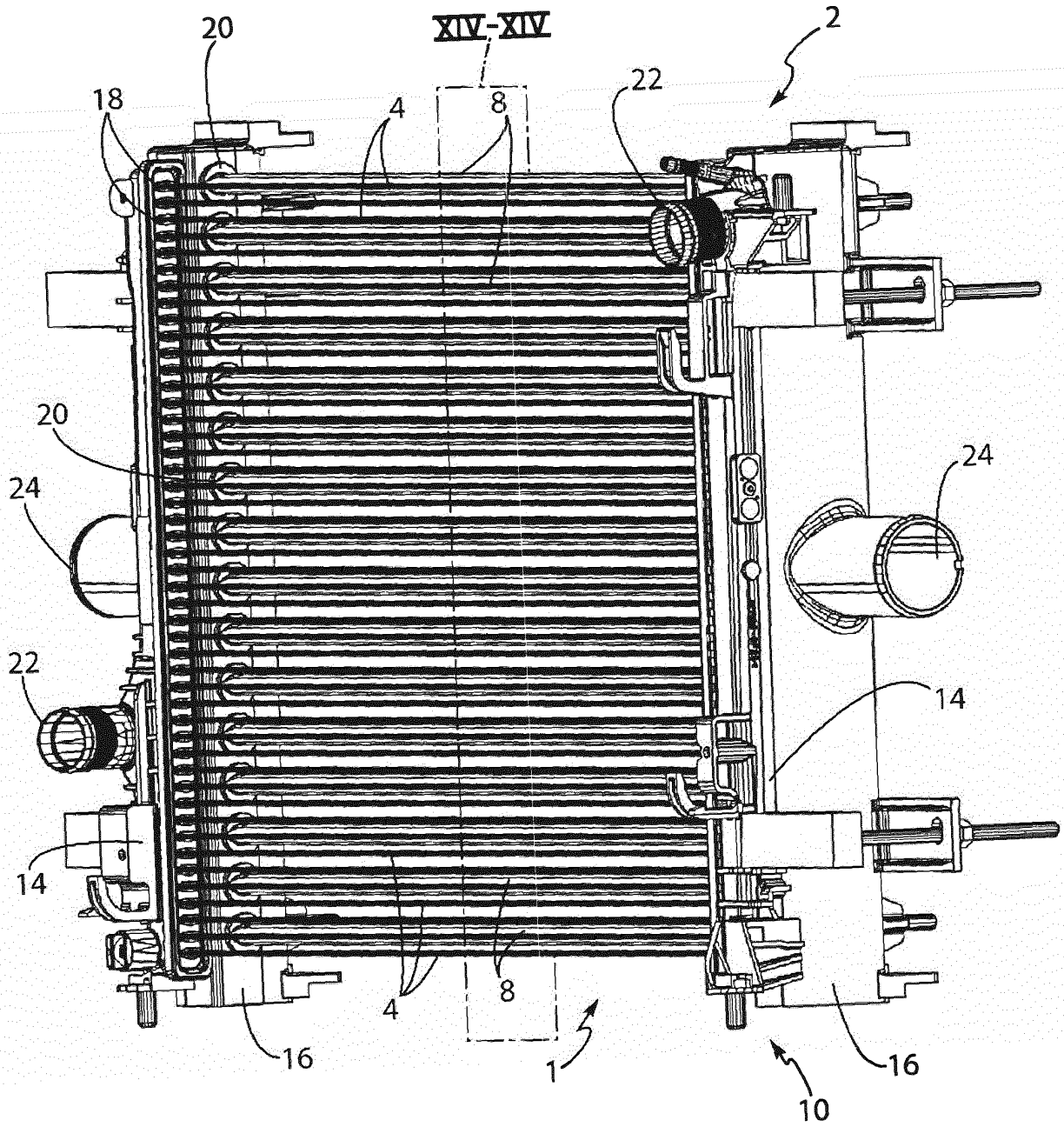


FIG. 12

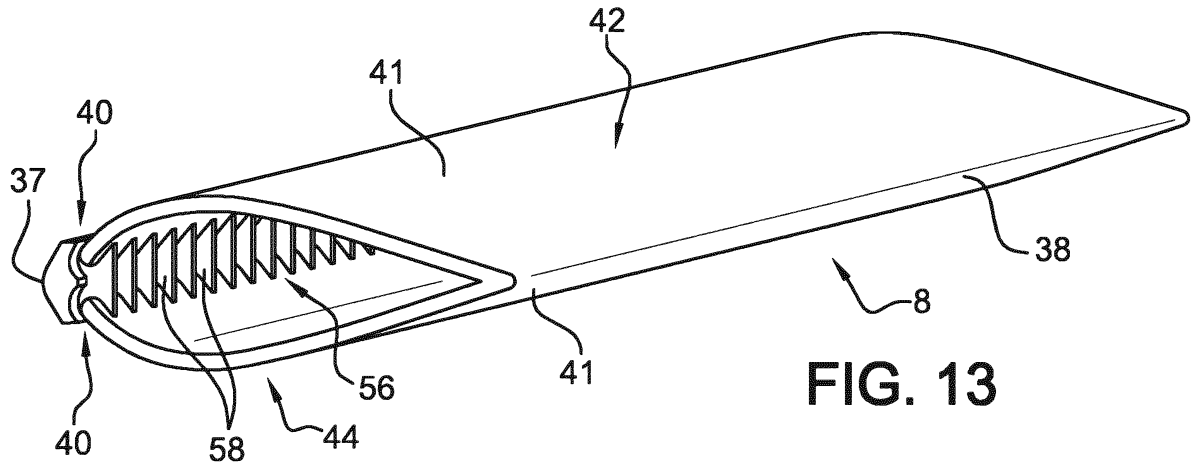


FIG. 13

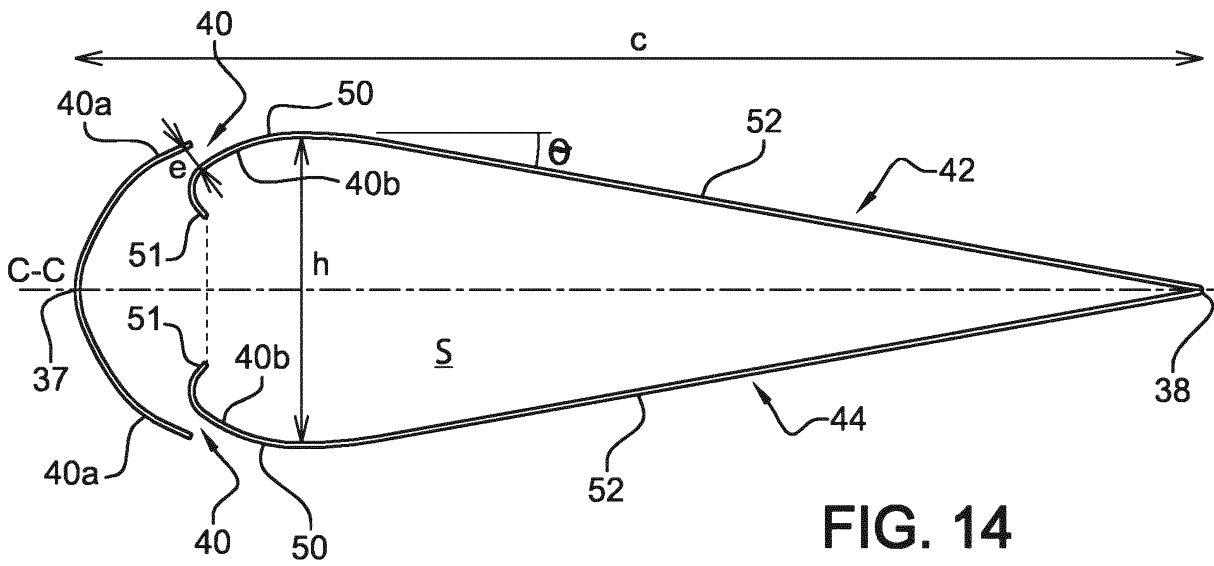


FIG. 14

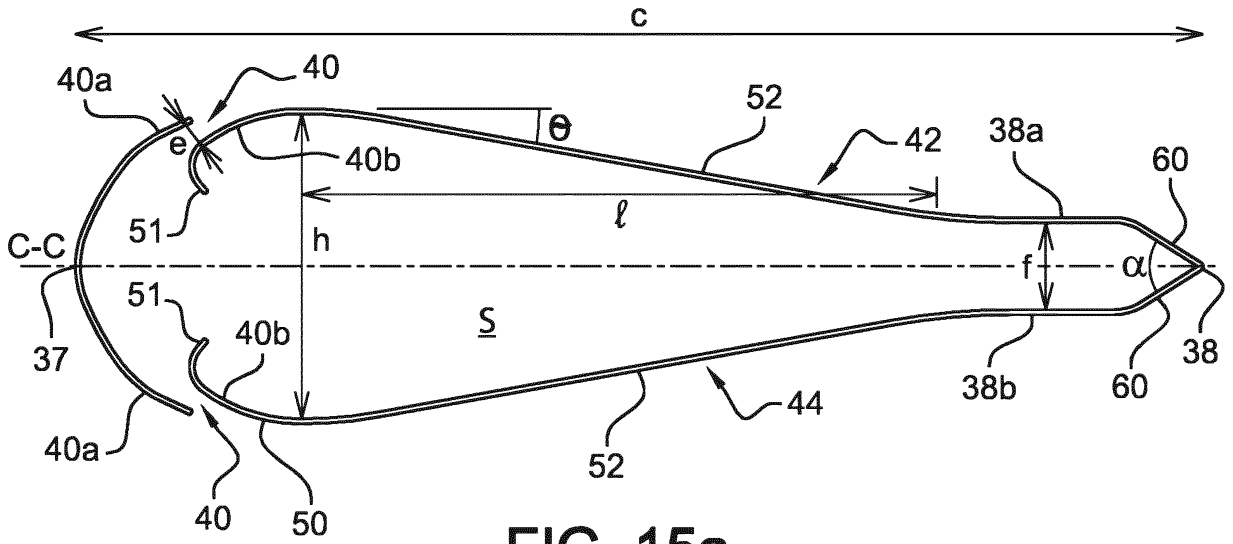


FIG. 15a

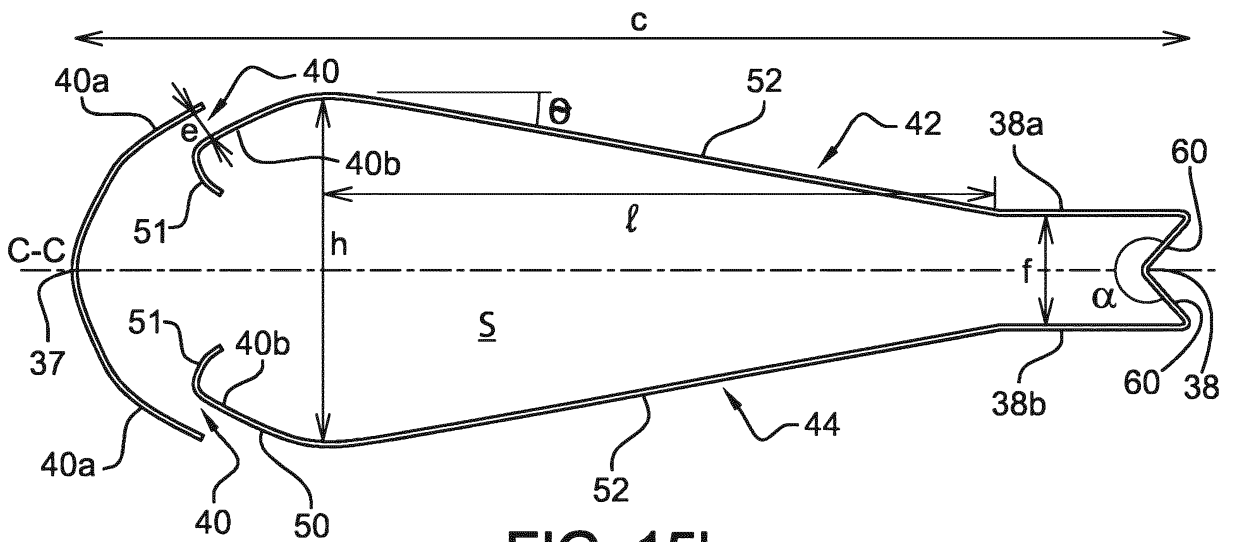


FIG. 15b

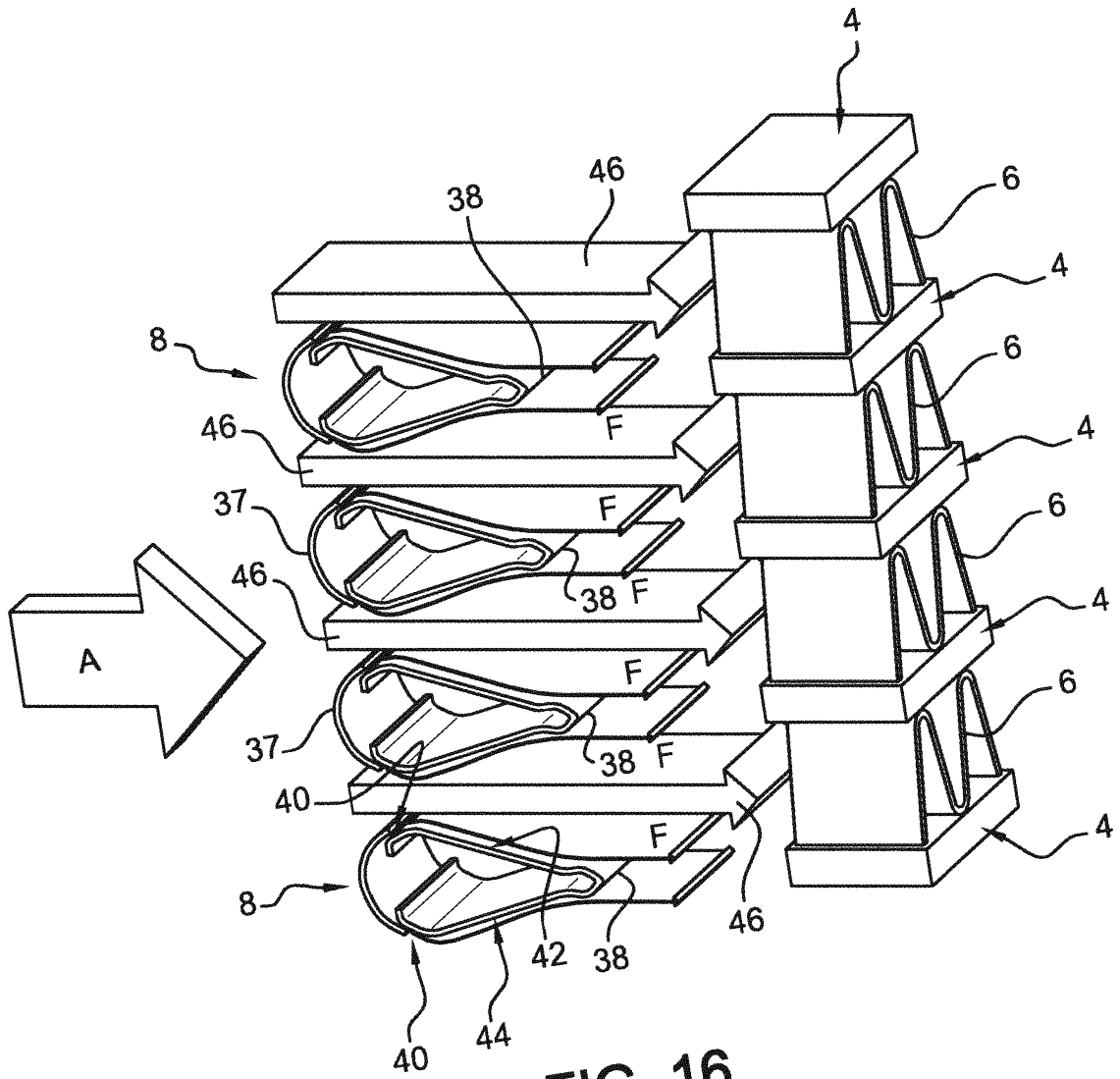


FIG. 16

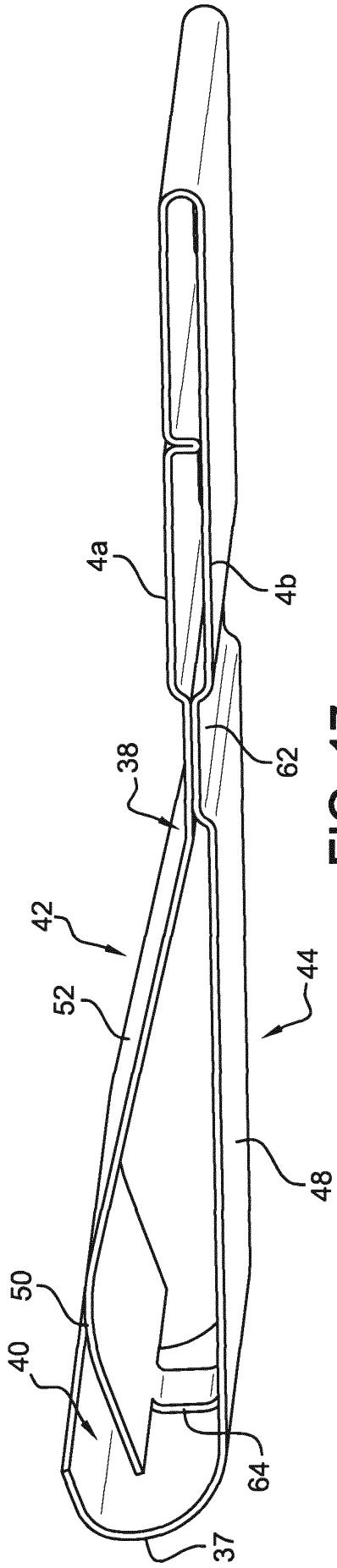


FIG. 17

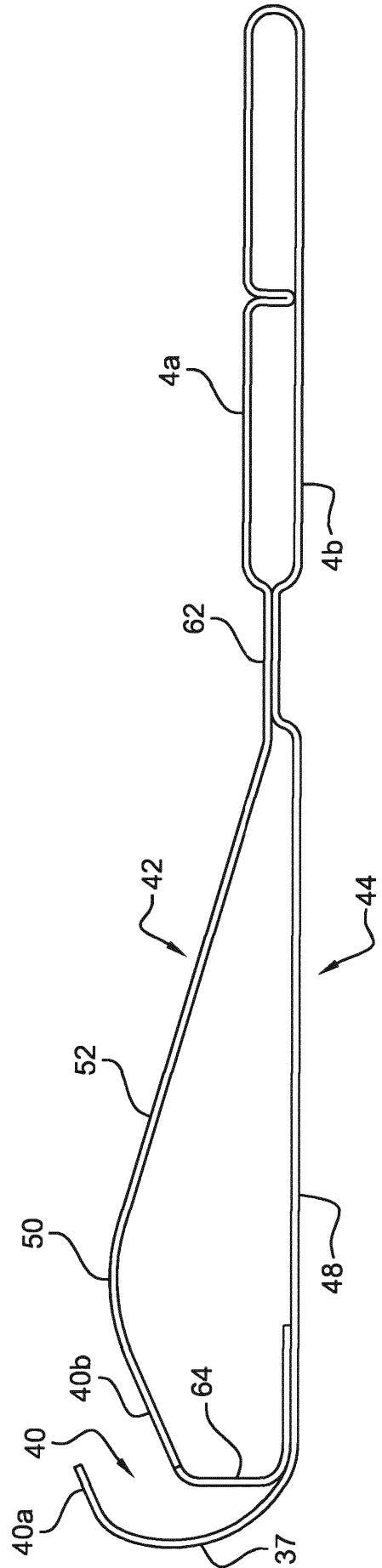


FIG. 18

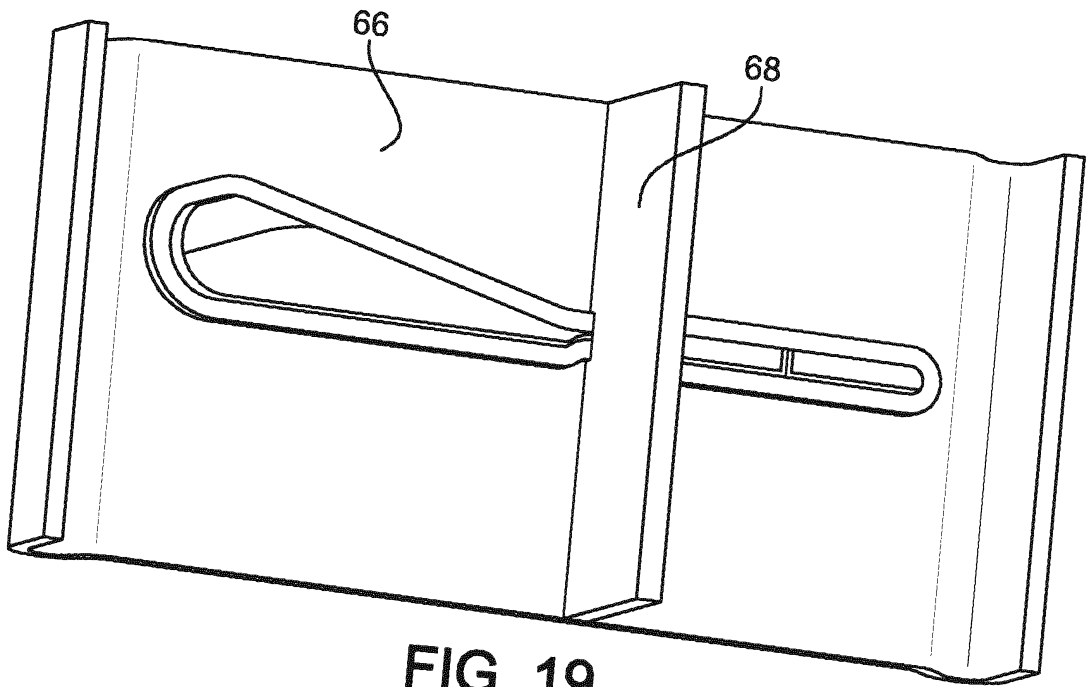


FIG. 19

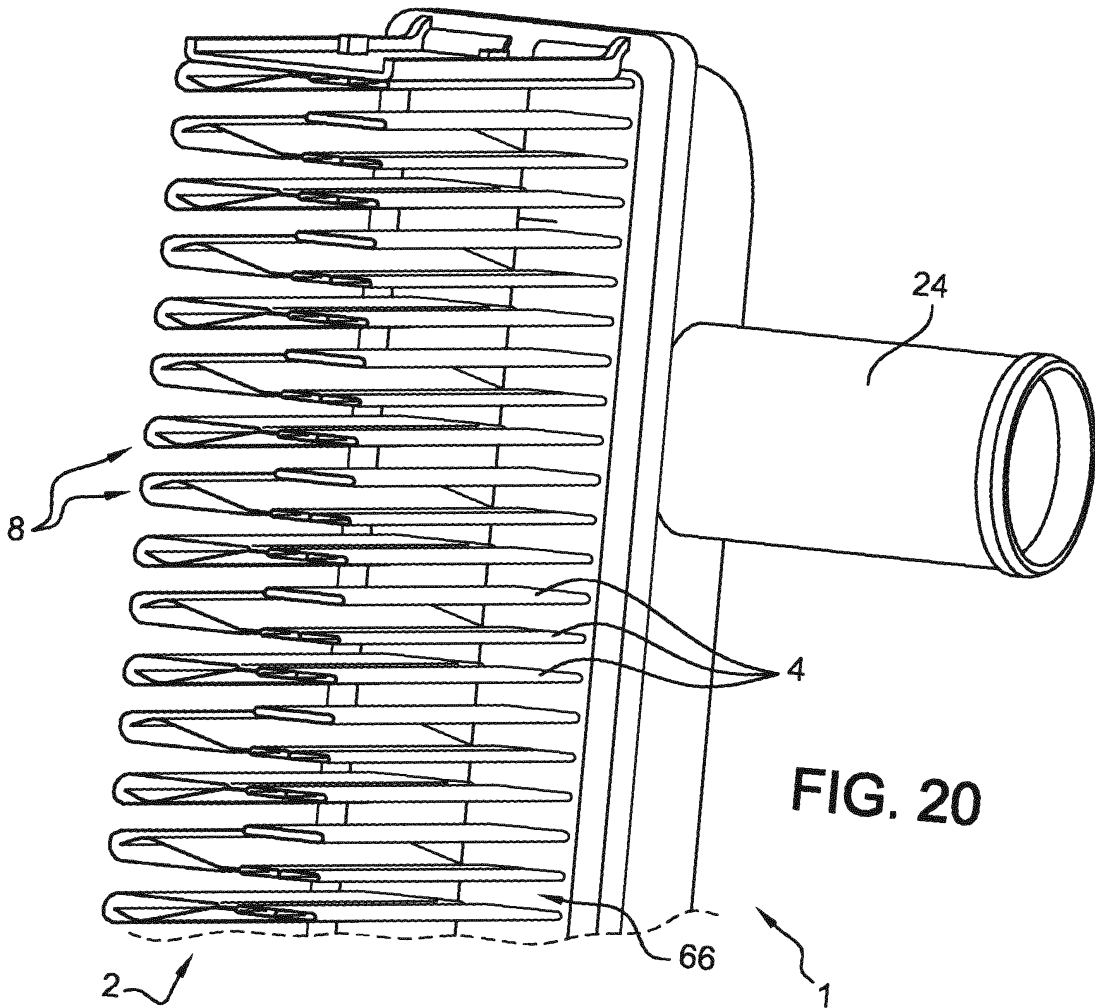


FIG. 20

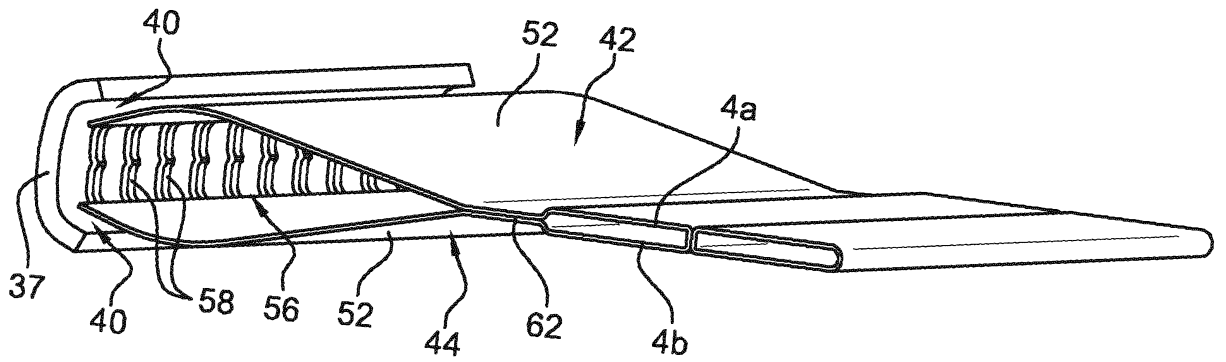


FIG. 21

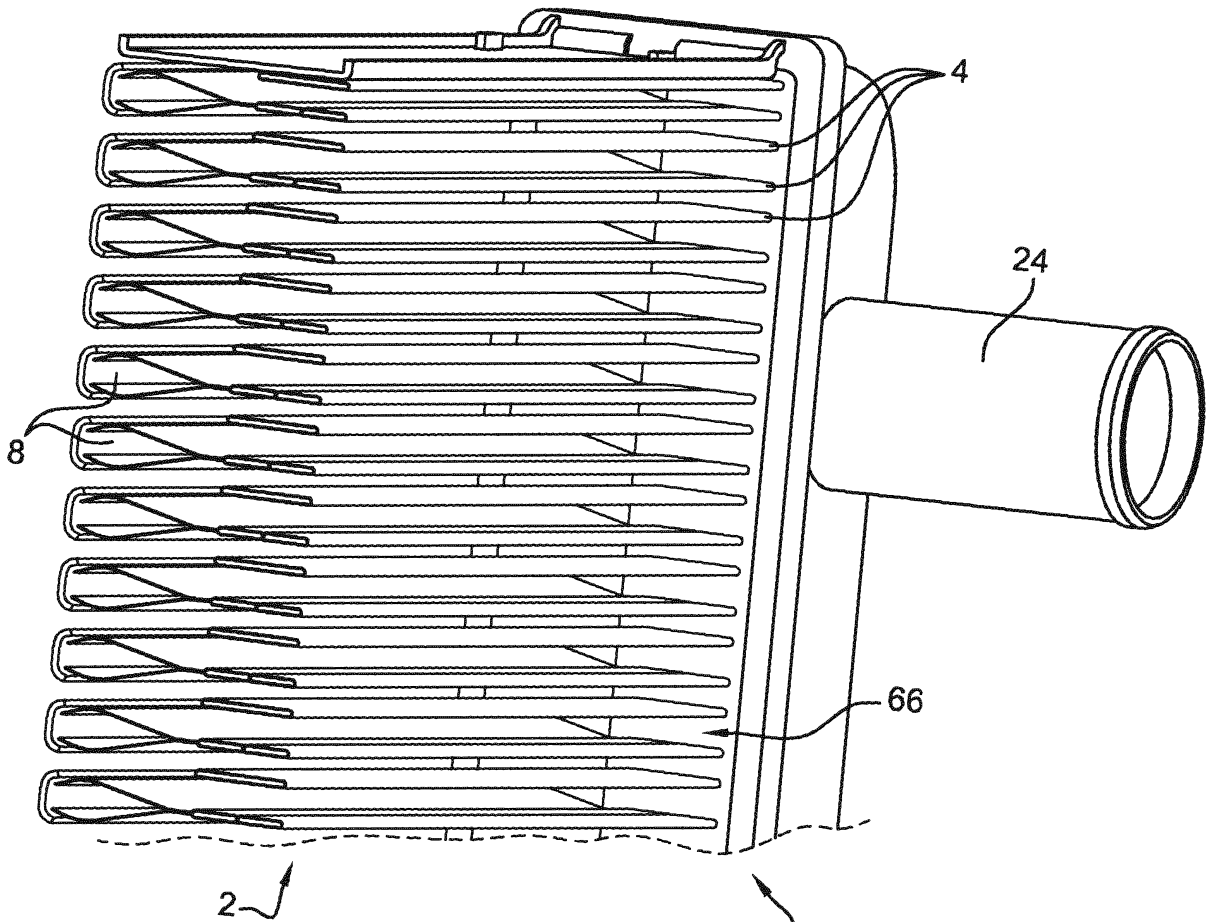


FIG. 22

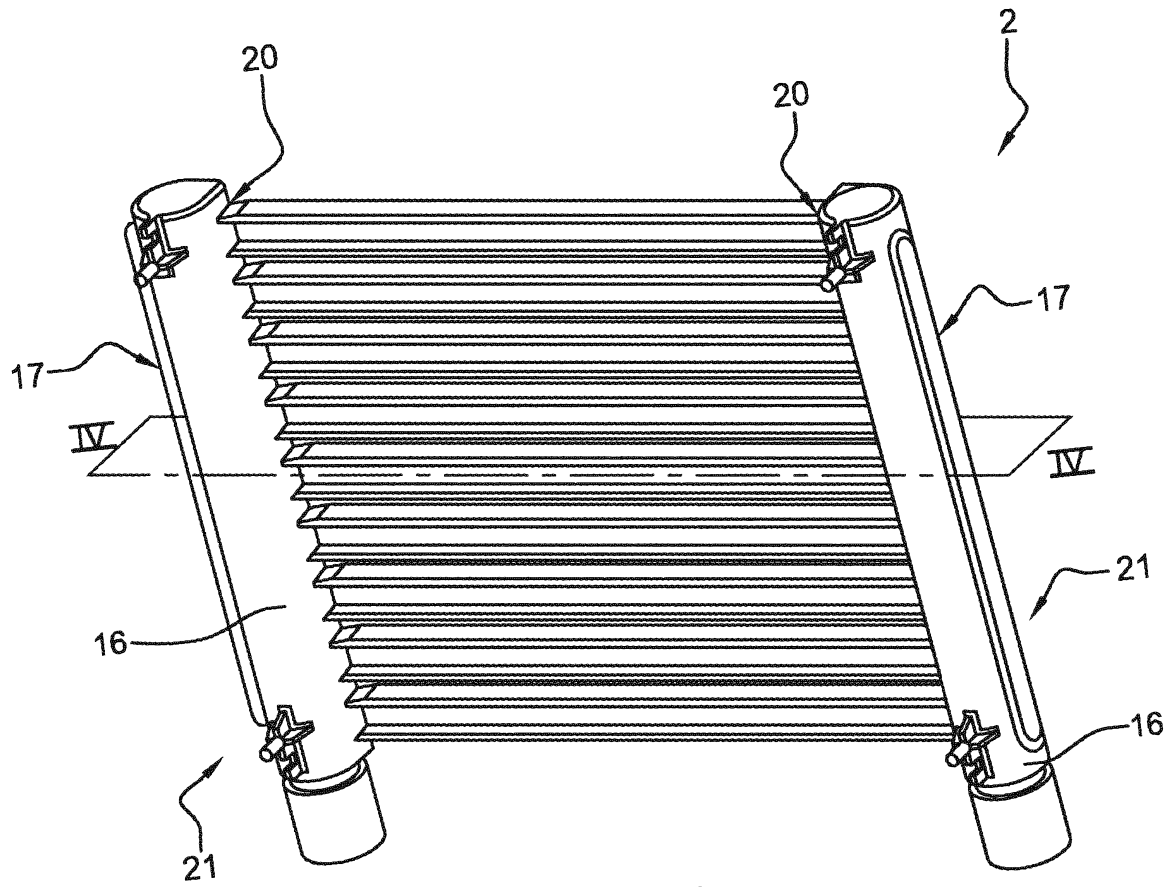
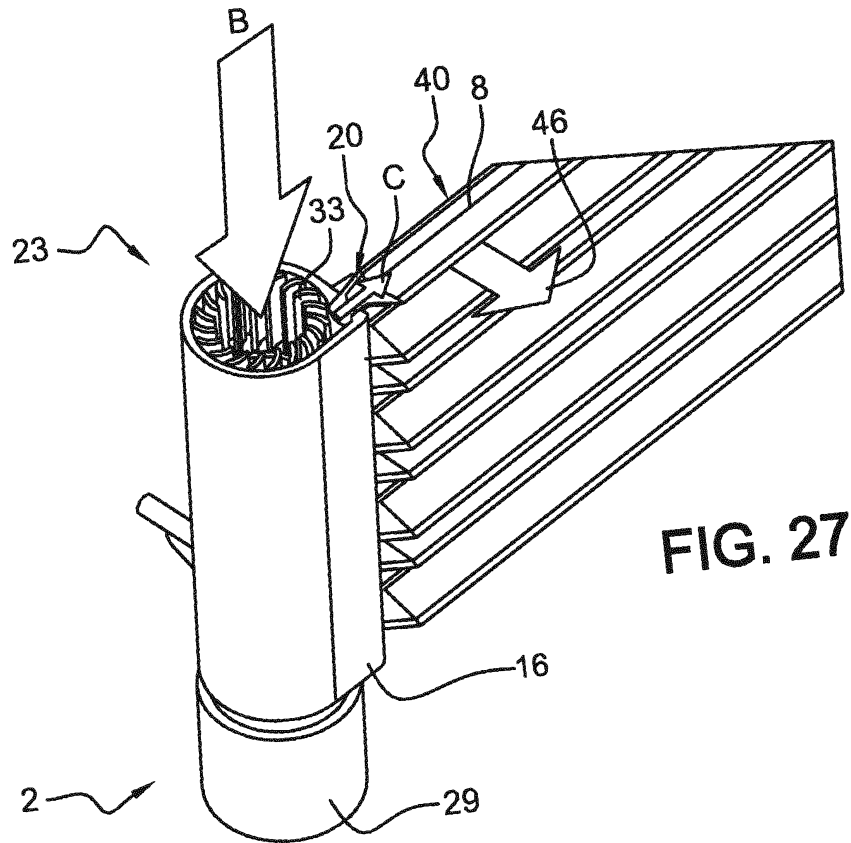
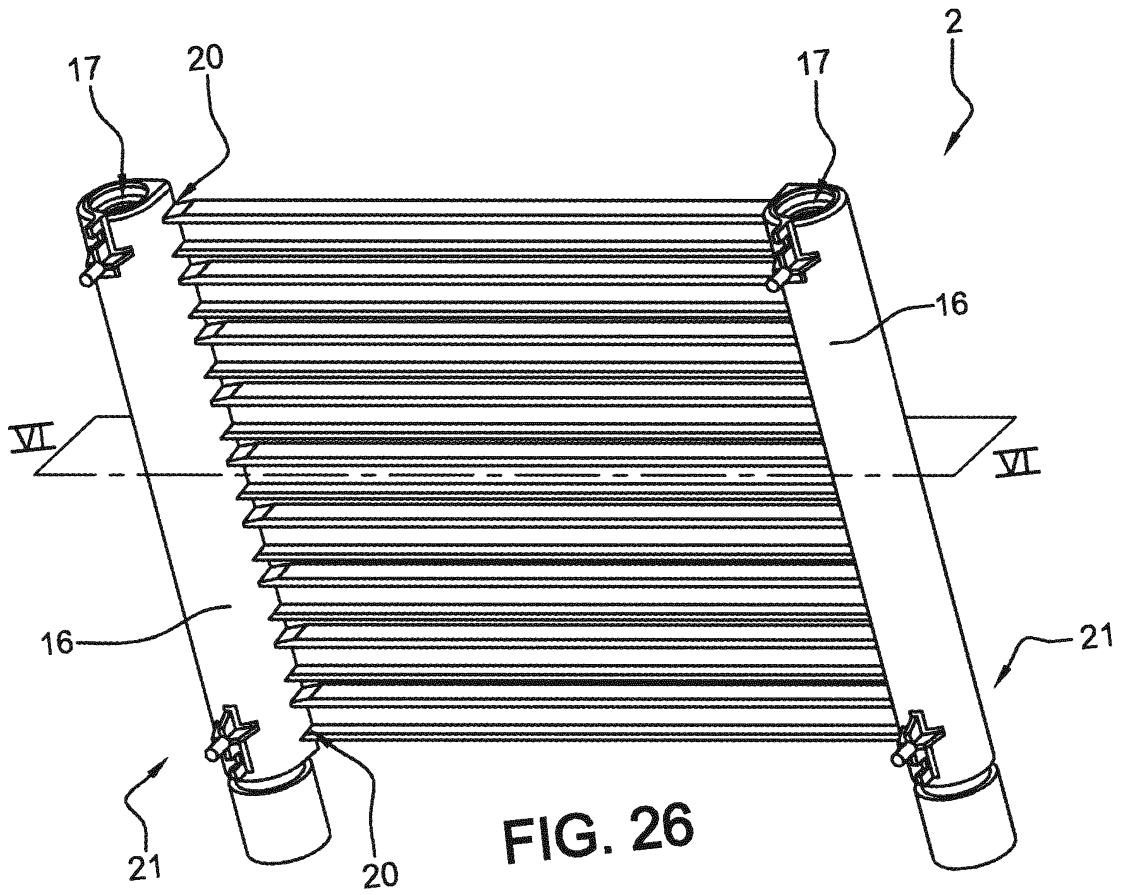


FIG. 23





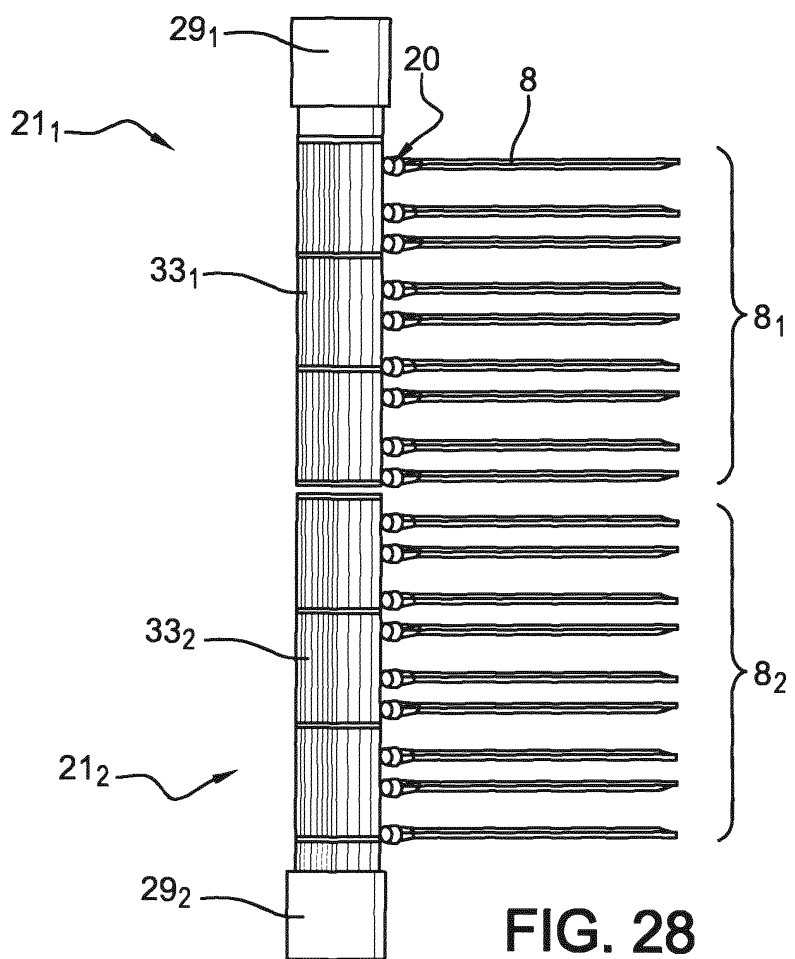


FIG. 28

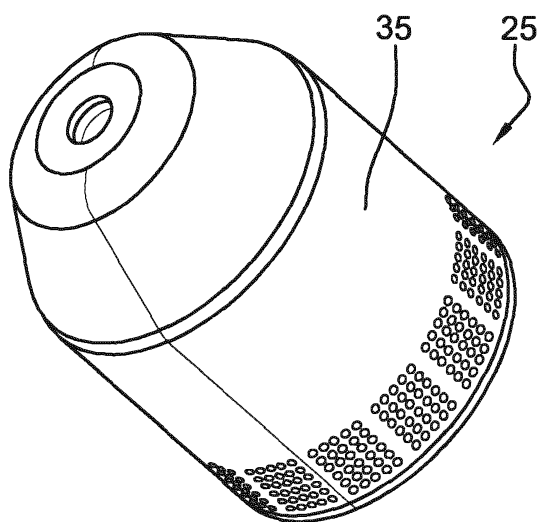


FIG. 29

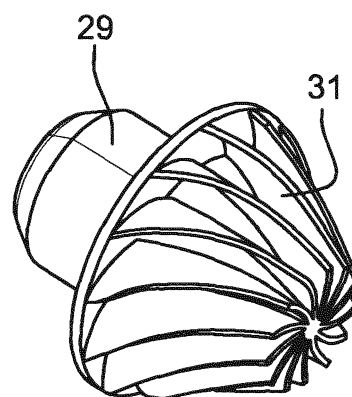


FIG. 30

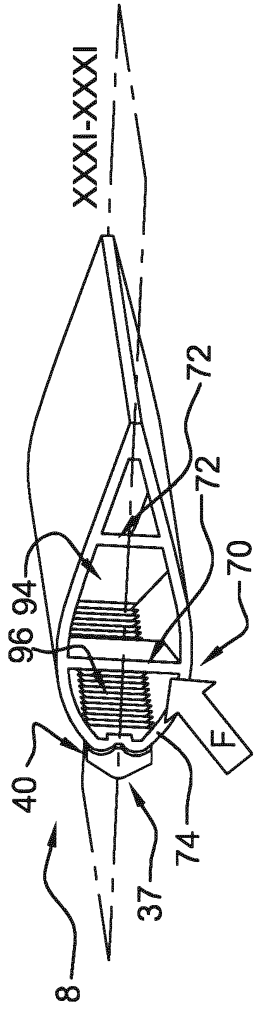


FIG. 31

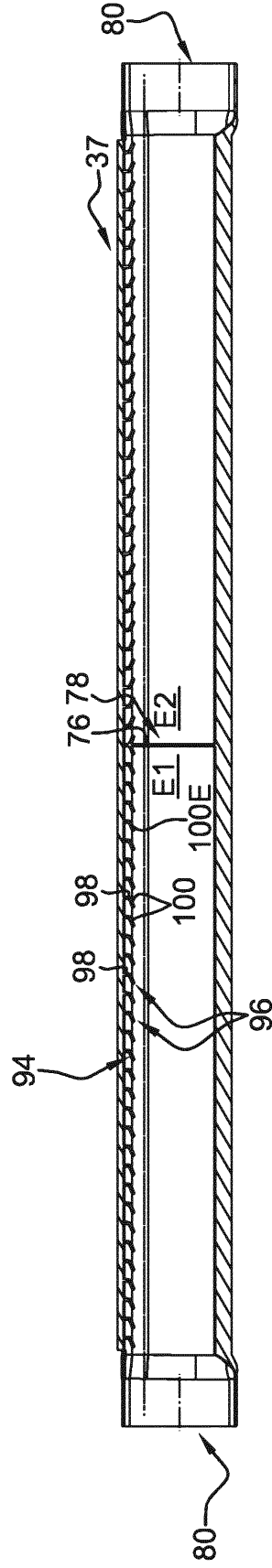


FIG. 32

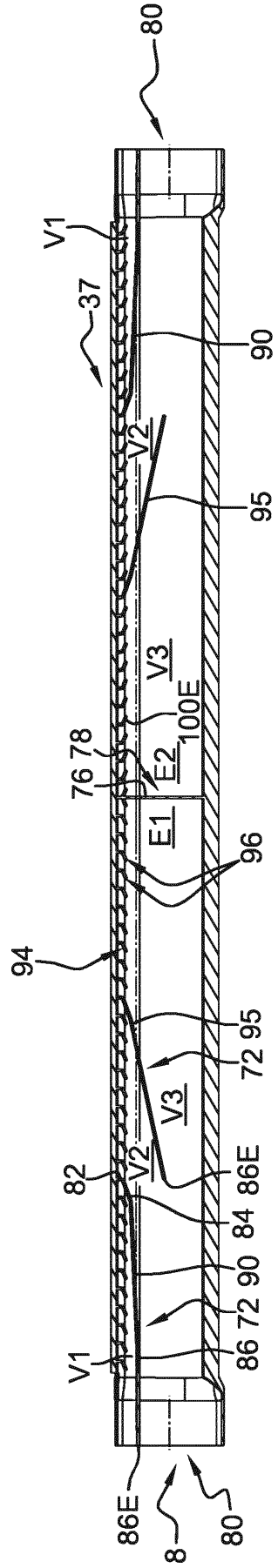


FIG. 33

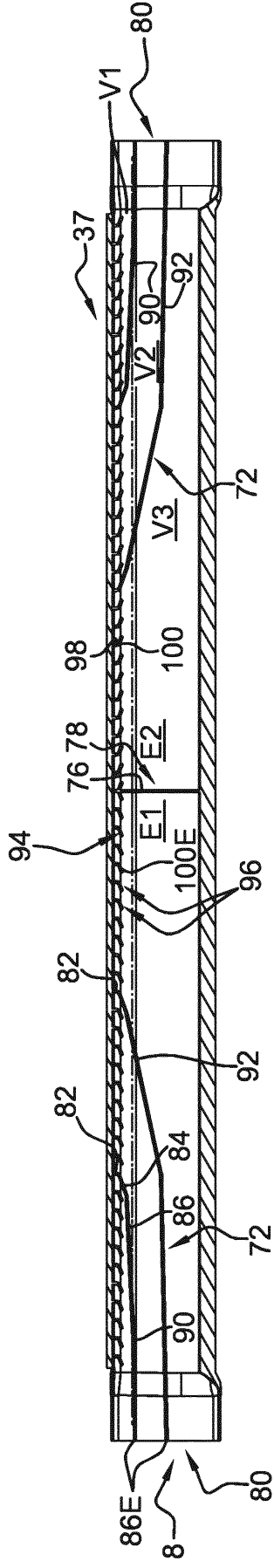


FIG. 34

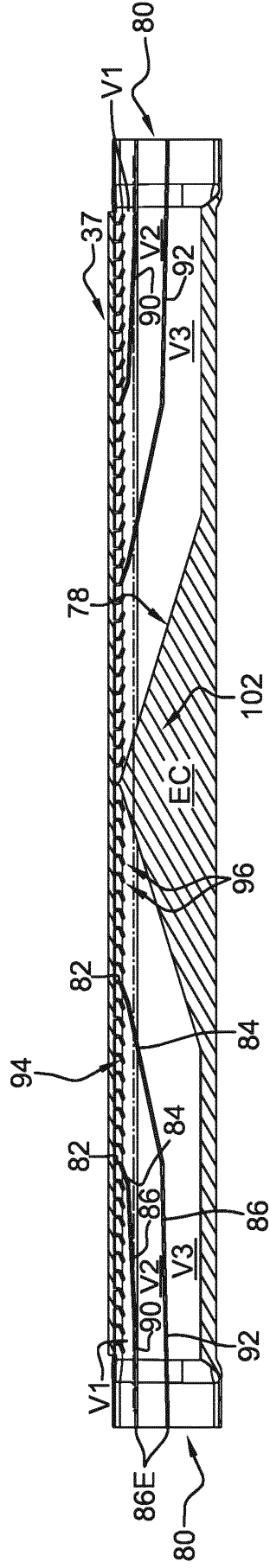


FIG. 35

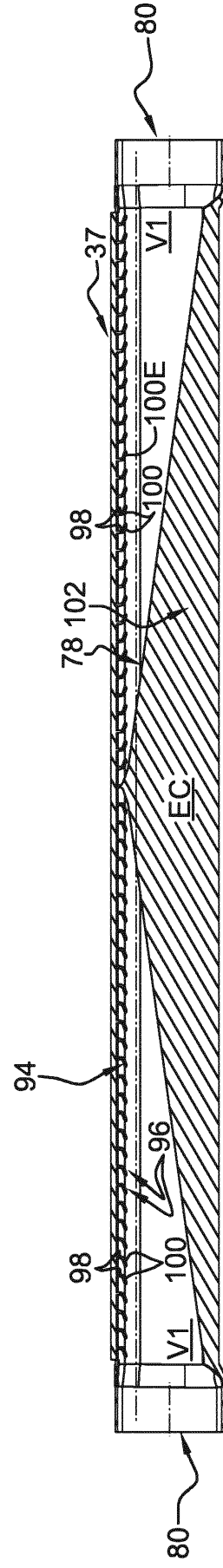


FIG. 36

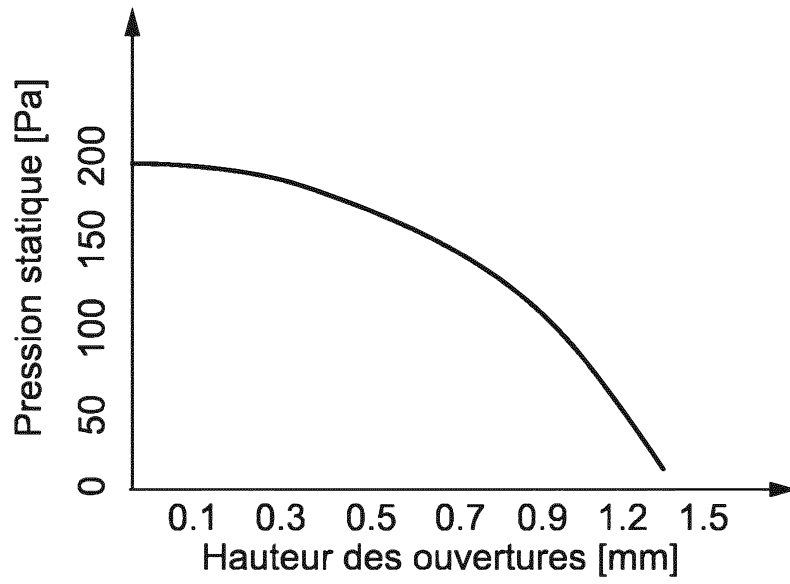


FIG. 37

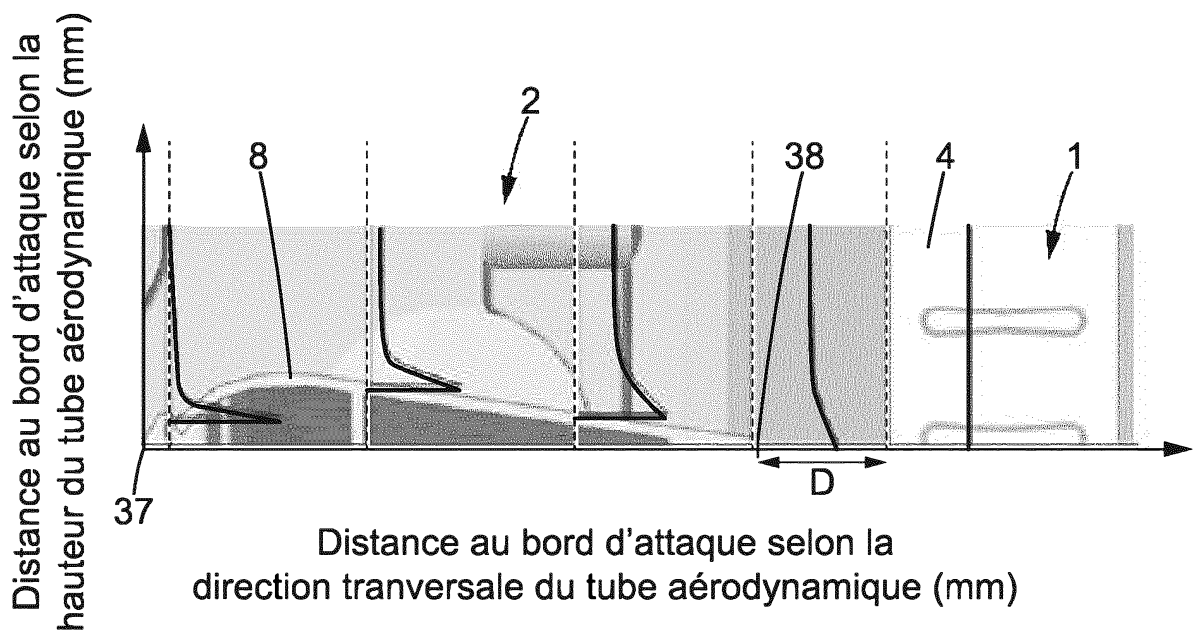


FIG. 38

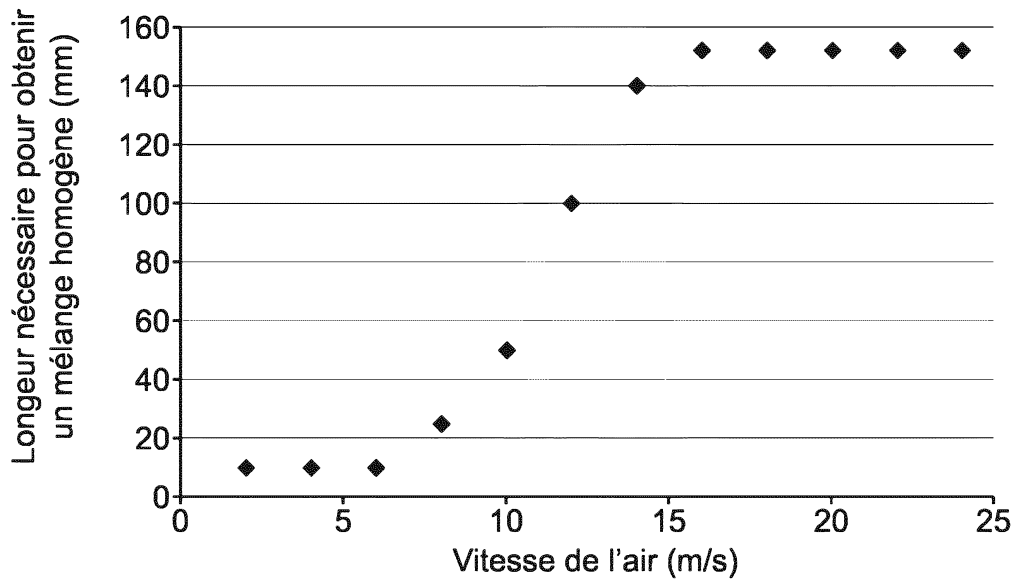


FIG. 39

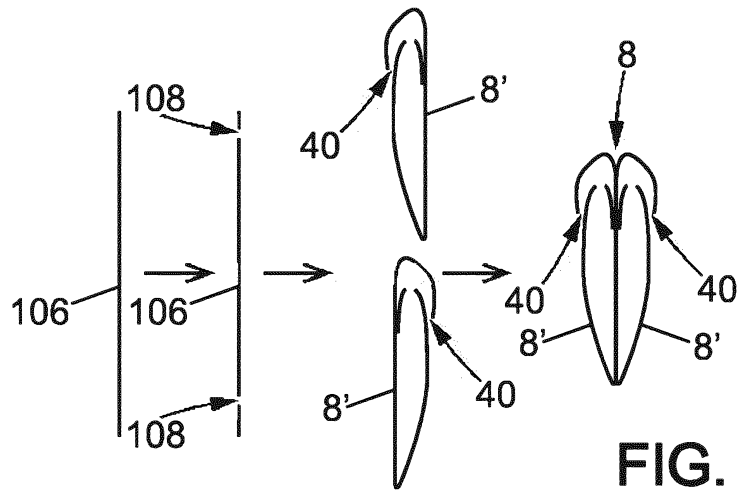


FIG. 40

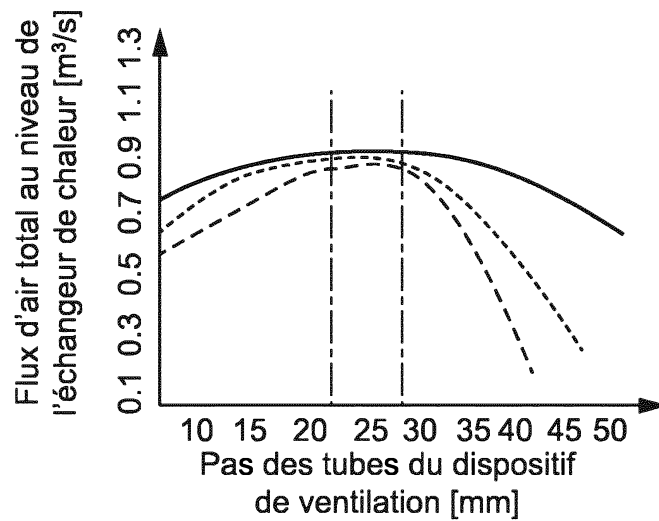


FIG. 41

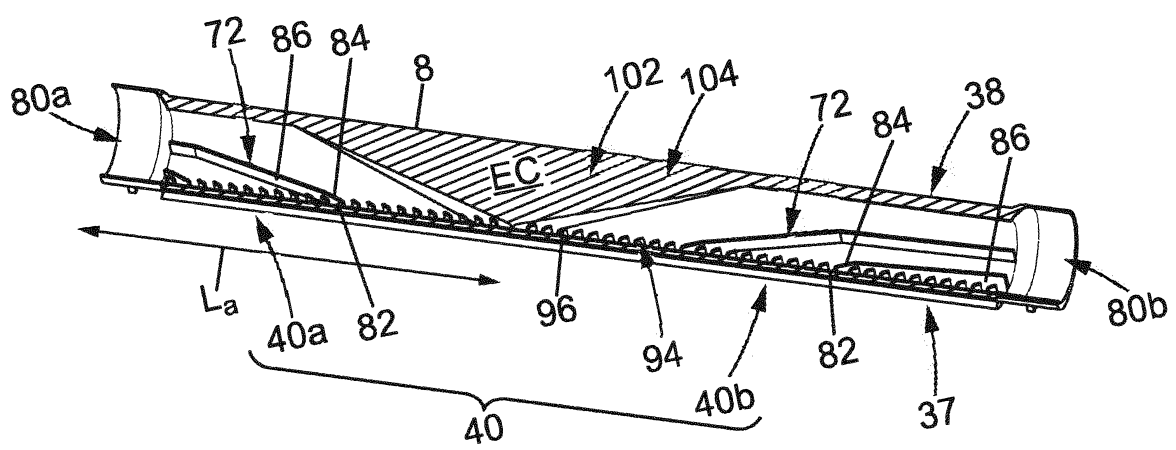


FIG. 42

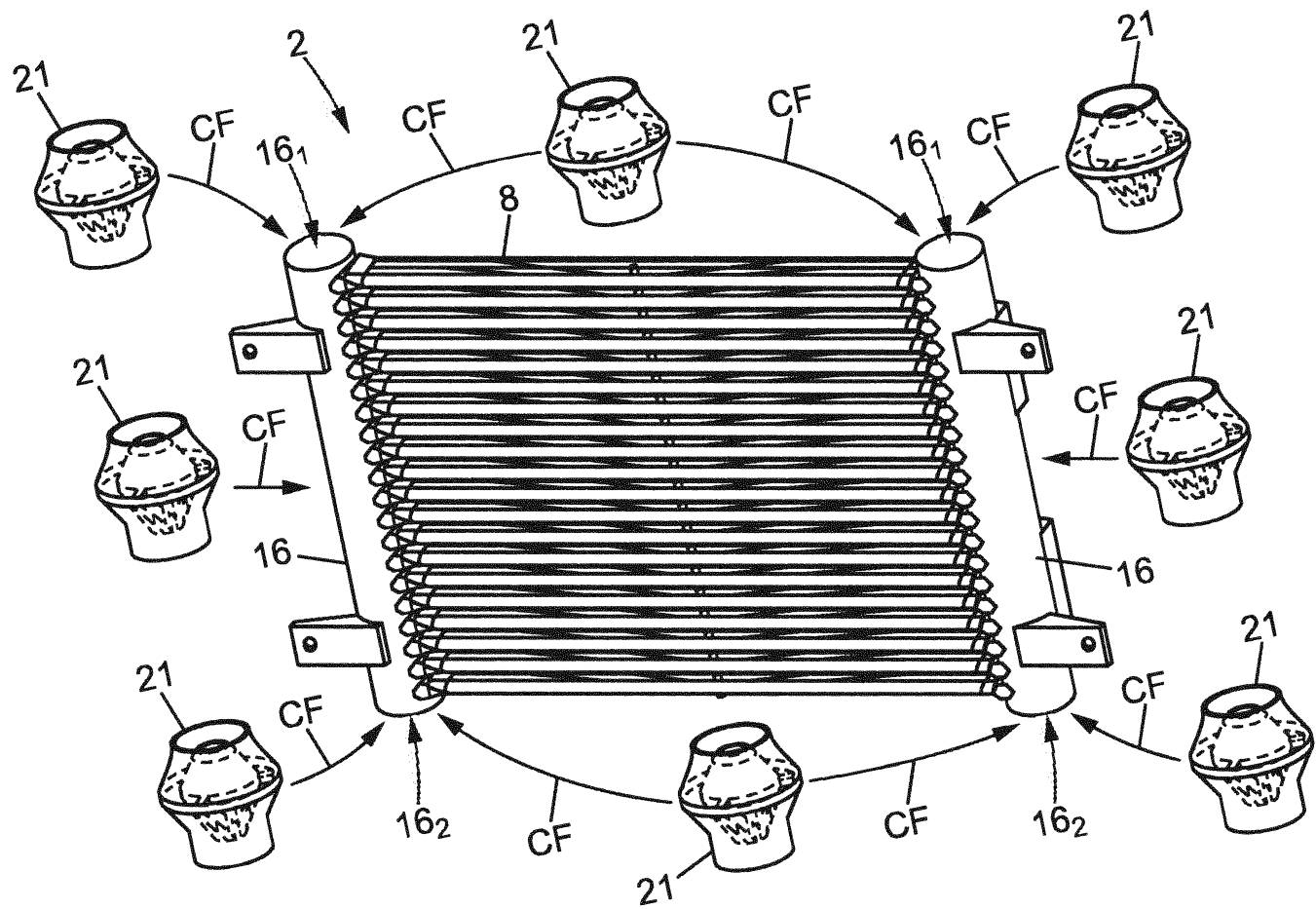


FIG. 43

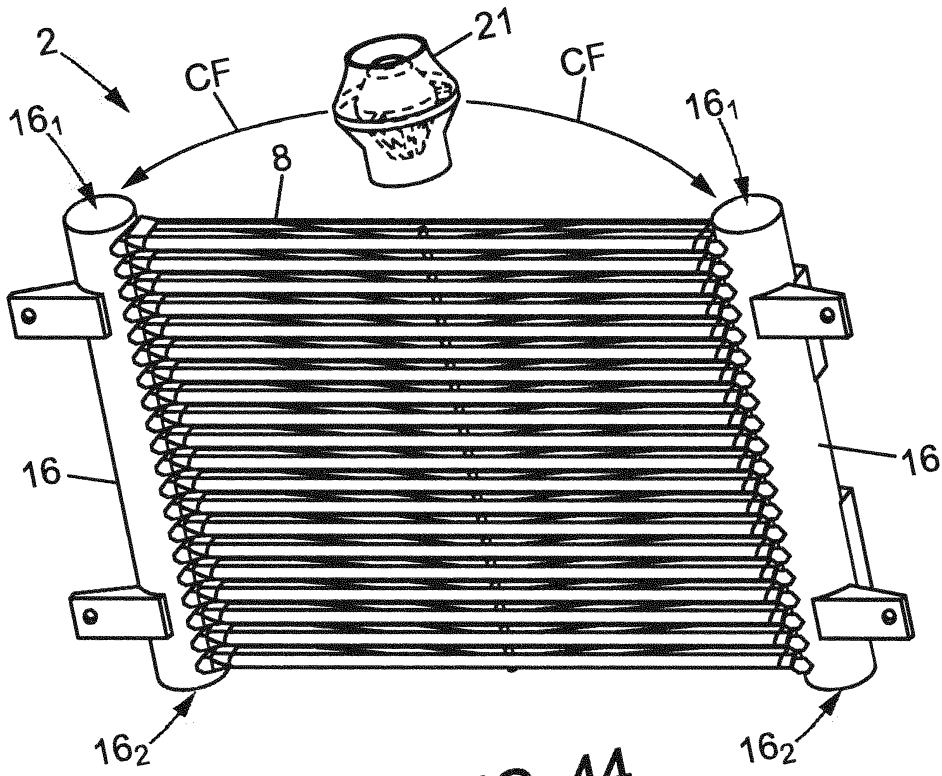


FIG. 44

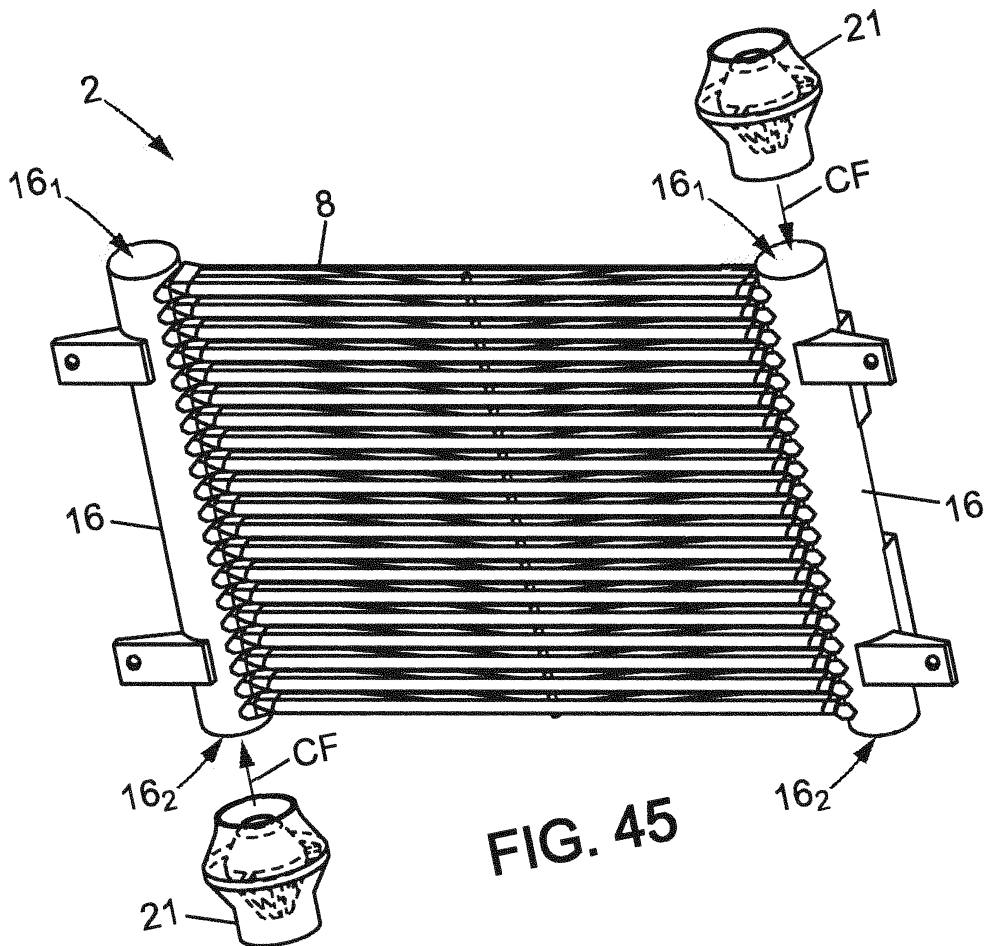
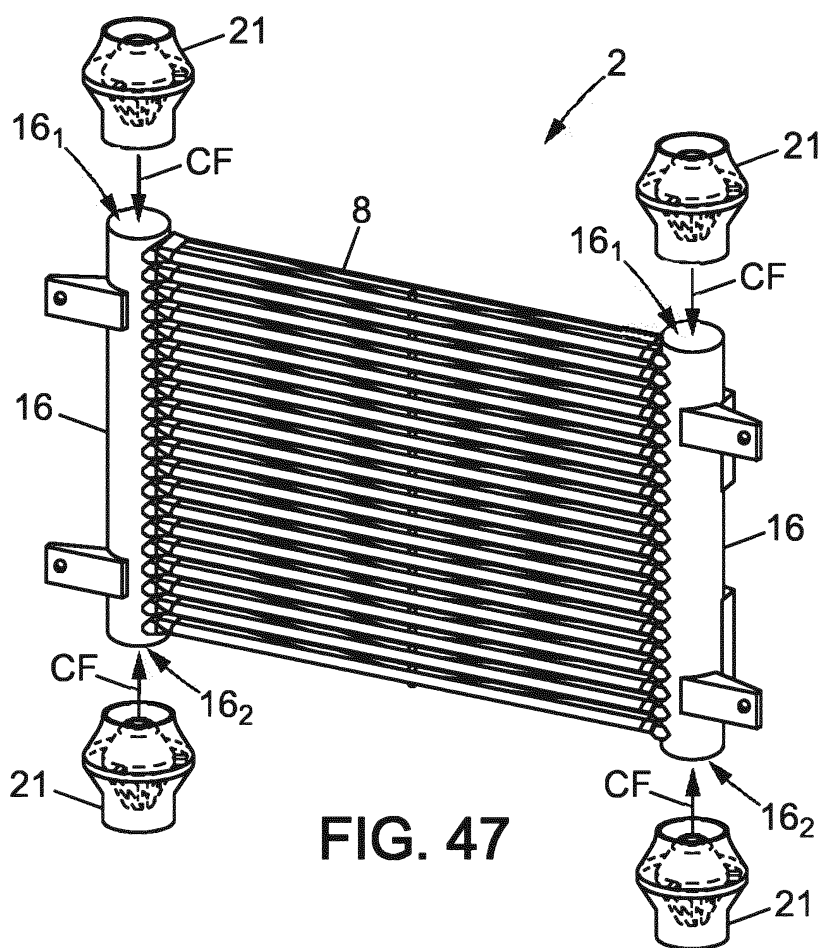
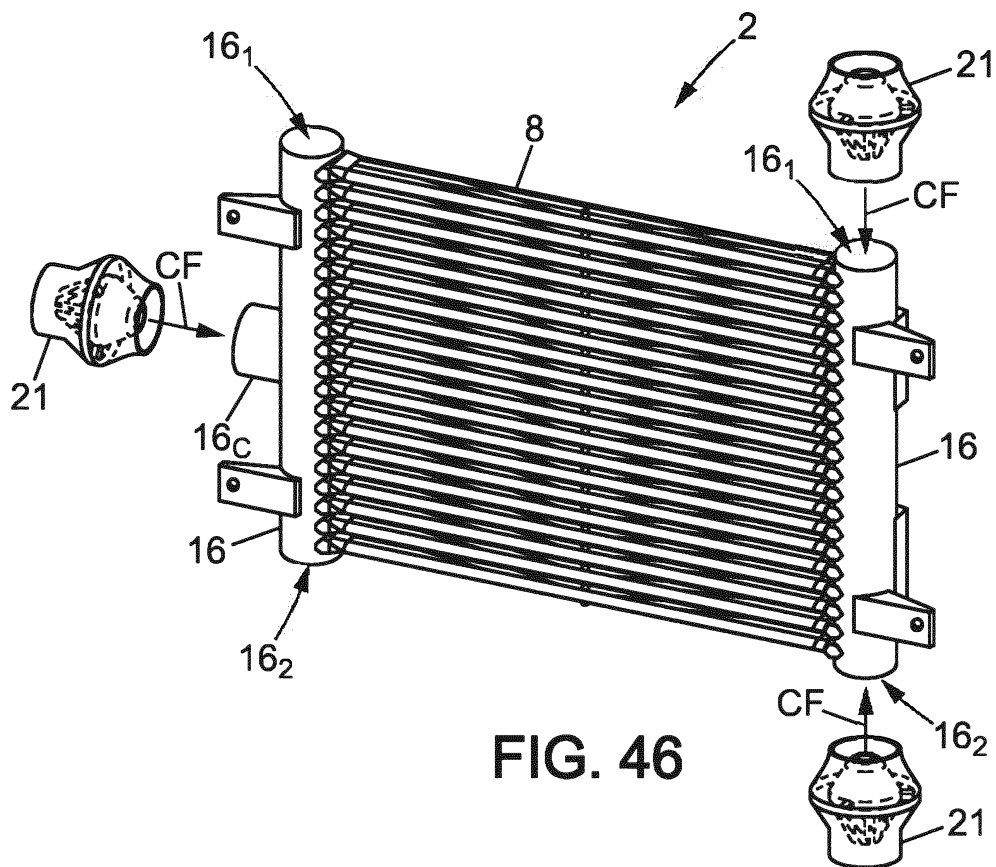


FIG. 45



# RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

## OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

## CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

## DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

NEANT

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL**

JP 2014 020245 A (CALSONIC KANSEI CORP) 3 février 2014 (2014-02-03)

JP 2014 015862 A (CALSONIC KANSEI CORP) 30 janvier 2014 (2014-01-30)

JP 2015 001155 A (CALSONIC KANSEI CORP) 5 janvier 2015 (2015-01-05)

JP 2014 118103 A (CALSONIC KANSEI CORP) 30 juin 2014 (2014-06-30)

JP 2015 124748 A (CALSONIC KANSEI CORP) 6 juillet 2015 (2015-07-06)

DE 10 2015 205414 B3 (FORD GLOBAL TECH LLC [US]) 25 mai 2016 (2016-05-25)

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT