

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

⑫

**N° 74 31288**

---

⑮ Perfectionnements aux éléments d'échangeurs thermiques, aux échangeurs correspondants et aux procédés de fabrication de ces éléments.

⑯ Classification internationale (Int. Cl.<sup>2</sup>). F 28 F 3/00; F 28 D 1/02//G 21 D 5/00.

⑰ Date de dépôt ..... 16 septembre 1974, à 16 h 24 mn.

⑱ ⑳ ㉑ Priorité revendiquée :

㉒ Date de la mise à la disposition du public de la demande ..... B.O.P.I. — «Listes» n. 15 du 9-4-1976.

---

㉓ Déposant : Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE D'ENTREPRISES METALLIQUES, résidant en France.

㉔ Invention de :

㉕ Titulaire : *Idem* ㉓

㉖ Mandataire : Cabinet Plasseraud.

L'invention concerne les éléments constitutifs des échangeurs thermiques, éléments destinés à être traversés intérieurement par un fluide (gazeux ou liquide) que l'on désire refroidir ou réchauffer par circulation d'un autre fluide de  
5 température différente le long de la surface extérieure desdits éléments.

Elle vise également les échangeurs thermiques constitués à l'aide de tels éléments ainsi que les procédés de fabrication de ces éléments.

10 Elle concerne plus particulièrement, parmi les éléments du genre en question, ceux constitutifs des échangeurs industriels de très grande capacité et plus particulièrement encore (parce que c'est dans leur cas que l'application de l'invention semble  
15 devoir offrir le plus d'intérêt), mais non exclusivement, parmi lesdits éléments, ceux destinés à refroidir à la température ambiante, avec de l'air atmosphérique, l'eau sortant réchauffée d'un réacteur nucléaire de grande puissance.

On rappelle que, pour l'application indiquée, le nombre d'éléments constitutifs de l'échangeur est énorme, ce nombre  
20 pouvant atteindre plusieurs millions d'unités : les éléments en question doivent donc être justiciables d'un procédé de fabrication à très grande cadence.

Les éléments conformes à l'invention sont du type de ceux formés, d'une façon connue en elle-même dans le domaine des  
25 radiateurs de chauffage central, par juxtaposition et assemblage l'une contre l'autre de deux feuilles rectangulaires nervurées, les nervures de ces feuilles formant, dans l'élément obtenu, d'une part deux couloirs parallèles à deux côtés opposés du rectangle et longeant ces deux côtés et d'autre part une série  
30 de canaux identiques parallèles aux deux autres côtés du rectangle, canaux dont les deux extrémités débouchent respectivement dans les deux couloirs.

Selon l'invention, les éléments rectangulaires plats considérés sont caractérisés par la combinaison des mesures suivantes :

35 - chaque feuille, constituée en un alliage léger, est très mince, son épaisseur étant inférieure à 0,5 mm, de préférence de l'ordre de 0,3 mm,

- l'épaisseur totale de l'élément est inférieure à 5mm, de préférence de l'ordre de 3 mm,

40 - la surface globale de chaque face rectangulaire de l'élément est de l'ordre du mètre carré, sa longueur étant

supérieure à 1 m, de préférence de l'ordre de 3 m et sa largeur étant notamment de l'ordre de 50 cm.

Vu leur minceur extrême et leur grande longueur, ces éléments se présentent sous la forme de morceaux rectangulaires de bandes souples tout à fait originaux rappelant par certains côtés des pans de carton ondulé.

Sans doute ne présentent-ils pas une tenue mécanique suffisante pour être autoporteurs.

Mais la demanderesse a constaté que ce manque d'autoportance n'était absolument pas un inconvénient pour les applications envisagées et qu'il était au contraire compensé par au moins deux avantages essentiels, savoir une forte densité de surface d'échange thermique et la possibilité d'une fabrication à grand débit.

Le manque d'autoportance des éléments rectangulaires extra-plats ci-dessus n'est en effet pas ici un inconvénient du fait qu'ils ne sont pas destinés à être utilisés isolément : ils sont destinés à être montés côté à côté - avec interposition bien entendu d'intervalles suffisants pour permettre le passage du fluide extérieur - dans des ossatures rigides comprenant en particulier les tuyauteries de desserte (alimentation & évacuation) en fluide interne de leurs couloirs collecteurs.

Dans les batteries d'éléments plats ainsi formés, les intervalles entre éléments peuvent être eux-mêmes très étroits : l'épaisseur de ces intervalles, laquelle est limitée inférieurement par la perte de charge tolérable pour la circulation du fluide externe entre les éléments, est généralement inférieure à 1 cm et par exemple de l'ordre de 5 mm, ce qui permet d'atteindre des densités de surface d'échange thermique très élevées, ces densités pouvant atteindre ou même dépasser 100 à 150 m<sup>2</sup> par m<sup>3</sup>. C'est là un premier avantage essentiel de l'invention.

Un deuxième avantage essentiel qui résulte de la conception indiquée ci-dessus pour les éléments d'échangeurs thermiques réside en ce que ces derniers se prêtent aux techniques de fabrication continue à très grande vitesse telles que celles utilisées en matière de gaufrage du papier et d'emballage de certains produits de grande diffusion tels que des biscuits.

C'est ainsi que, pour fabriquer les éléments extra-plats en question, on procède avantageusement par la suite des opérations suivantes : déroulage à grande vitesse de deux feuilles

métalliques très minces à partir de deux bobines ; gaufrage de ces feuilles par passage entre deux rouleaux dont l'un au moins présente une surface gravée en fonction du dessin à imprimer dans chaque feuille ; juxtaposition des deux feuilles gaufrées de manière à former les canaux et couloirs désirés ; assemblage des feuilles ainsi juxtaposées ; et découpage de la bande composite obtenue aux longueurs désirées.

L'invention comprend, mises à part ces dispositions principales, certaines autres dispositions qui s'utilisent de préférence en même temps et dont il sera plus explicitement question ci-après.

Dans ce qui suit l'on va décrire un mode de réalisation préféré de l'invention en se référant aux dessins ci-annexés d'une manière bien entendu non limitative.

La figure 1, de ces dessins, montre en perspective schématique une batterie d'échange thermique établie conformément à l'invention.

Les figures 2 à 4 montrent respectivement à plus grande échelle, en élévation et en coupes selon III-III et IV-IV, figure 2, l'un des éléments constitutifs de cette batterie, élément lui-même établi conformément à l'invention.

Et les figures 5 et 6 montrent, semblablement aux figures 2 et 3, une variante de réalisation.

D'une façon connue en soi dans le domaine des radiateurs de chauffage central, chaque élément E d'échange thermique présente la forme générale d'une galette rectangulaire striée composée de deux feuilles métalliques rectangulaires 1 nervurées en 2, juxtaposées et soudées l'une contre l'autre.

Le nervurage et la juxtaposition des deux feuilles sont prévus de façon à constituer dans chaque élément rectangulaire d'une part deux couloirs 3 longeant respectivement deux des côtés opposés du rectangle et d'autre part une suite de canaux parallèles identiques 4, les deux extrémités de chaque canal débouchant respectivement dans les deux couloirs, lesquels jouent ainsi respectivement les rôles de distributeur d'alimentation et de collecteur d'évacuation pour les canaux.

Chaque canal est isolé de chacun de ses deux voisins par le contact mutuel des sommets de deux nervures qui le délimitent latéralement et qui font partie respectivement des deux feuilles juxtaposées.

Les éléments connus de ce genre, utilisés isolément, sont autoporteurs, les feuilles qui les constituent présentent une forte épaisseur, généralement supérieure au mm, leurs nervures sont réalisées par moulage ou par emboutissage pièce par pièce -  
5 procédé long et coûteux - et l'épaisseur globale de ces éléments est relativement élevée, étant supérieure à 3 cm, généralement de l'ordre de 4 à 5 cm.

Les éléments d'échange conformes à l'invention diffèrent de ces éléments connus par un certain nombre de caractéristiques et en particulier par leur extrême minceur puisque leur épais-  
10 seur globale est inférieure à 5 mm, étant avantageusement de l'ordre de 3 mm.

Ils sont constitués par des feuilles elles-mêmes très minces, d'épaisseur inférieure à 0,5 mm, et de préférence de  
15 l'ordre de 0,2 à 0,3 mm, feuilles formées en un alliage léger propre à résister à la corrosion par chacun des deux fluides concernés (en général air et eau), cet alliage étant notamment à base d'aluminium et/ou de magnésium.

Malgré les très faibles épaisseurs signalées, les dimen-  
20 sions des faces rectangulaires des éléments extra-plats en question sont relativement grandes, leur longueur a étant généralement supérieure au mètre, notamment de l'ordre de 3 mètres et leur largeur b étant généralement comprise entre 20 cm et 1 mètre, étant notamment de l'ordre de 50 à 60 cm.

De ce fait lesdits éléments extra-plats ne sont pas autopor-  
25 teurs : ils présentent au contraire une certaine souplesse du genre de celle d'une bande assez flasque de tôle mince ou de carton ondulé.

Cette faible tenue mécanique exige le support desdits éléments par des ossatures rigides indépendantes, ossatures  
30 constituées avantageusement au moins en partie par les tuyaux de desserte 5 (alimentation et évacuation) en fluide interne des couloirs 3 desdits éléments, l'une au moins des extrémités de chaque couloir étant raccordée de façon étanche à la paroi latérale de l'un desdits tuyaux, évidée à cet effet.

Les faces des couloirs 3 peuvent être réunies l'une à l'autre  
35 par des points de soudure tels que 6 (figures 2 et 3), ou encore être raidies par des nervures telles que 7 (figures 5 et 6).

La largeur d<sub>1</sub> de chaque sommet plat de nervure 2 (figure 4) en contact mutuel avec un sommet en regard est généralement com-  
40 pris entre 2 et 5 mm, étant par exemple de l'ordre de 3 mm,

tandis que la largeur  $d_2$  de chaque voile compris entre deux sommets de nervures consécutifs, voile délimitant un canal 4, est généralement comprise entre 5 et 15 mm, étant par exemple de l'ordre de 10 mm.

5 Ledit voile présente avantageusement une forme incurvée (figure 4), la section droite de chaque canal 4 ayant alors la forme générale d'un oeil, forme limitée par deux arcs de cercle identiques, mais elle pourrait également être polygonale.

Les éléments rectangulaires extra-plats E qui viennent  
10 d'être décrits peuvent être orientés verticalement et montés les uns à côté des autres de façon à constituer une batterie, les écartements compris entre deux éléments consécutifs de la batterie étant déterminés en fonction de la perte de charge dont on dispose pour la circulation du fluide externe entre les éléments  
15 suivant la flèche F (figure 1).

Pour une épaisseur  $e$  de chaque élément de l'ordre de 3mm, cet écartement est avantageusement compris entre 5 et 10 mm.

On peut ainsi obtenir une densité de surface d'échange  
20 exceptionnellement élevée, cette densité pouvant facilement atteindre ou même dépasser 150 m<sup>2</sup> par mètre cube.

Les éléments décrits ci-dessus se prêtent parfaitement à une fabrication à très grande vitesse, et donc en très grande série, en bandes continues selon les techniques adoptées dans le domaine du gaufrage de papier ou de l'emballage des petits  
25 articles de grande diffusion telle que les biscuits.

Cette fabrication met de préférence en oeuvre les différentes opérations suivantes : déroulage à grande vitesse des deux feuilles métalliques minces à partir de deux bobines ; passage de ces deux feuilles entre des cylindres gravés de gaufrage ; juxtaposition des deux feuilles gaufrées de manière à faire apparaître les canaux et couloirs désirés dans l'ensemble de feuilles  
30 juxtaposées ; serrage des deux feuilles ainsi juxtaposées l'une contre l'autre et assemblage mutuel de celles-ci, notamment par soudage à la molette ou collage de leurs plages de contact mutuel et/ou par sertissage de bords retournés ; et enfin  
35 découpage aux longueurs désirées de la bande composite ainsi réalisée.

En suite de quoi et quel que soit le mode de réalisation adopté, on dispose finalement d'éléments d'échange thermique  
40 extra-plats particulièrement efficaces et économiques permettant

la constitution d'échangeurs de très grande capacité dans des conditions satisfaisantes de rentabilité.

Comme il va de soi, et comme il résulte d'ailleurs déjà de ce qui précède, l'invention ne se limite nullement à ceux  
5 de ses modes d'application et de réalisation qui ont été plus spécialement envisagés ; elle en embrasse, au contraire, toutes les variantes, notamment celles où les éléments d'échangeur considérés seraient fabriqués par d'autres procédés que ceux décrits comme préférés ci-dessus.

REVENDICATIONS

1. Elément plat rectangulaire d'échangeur thermique formé par juxtaposition et assemblage l'une contre l'autre de deux feuilles rectangulaires nervurées, les nervures de ces feuilles formant, dans l'élément obtenu, d'une part deux couloirs parallèles à deux côtés opposés du rectangle et longeant ces deux côtés et d'autre part une série de canaux identiques parallèles aux deux autres côtés du rectangle, canaux dont les deux extrémités débouchent respectivement dans les deux couloirs, caractérisé par la combinaison des mesures suivantes :
  - chaque feuille, constituée en un alliage léger, est très mince, son épaisseur étant inférieure à 0,5 mm,
  - l'épaisseur totale de l'élément est inférieure à 5 mm,
  - la surface globale de chaque face rectangulaire de l'élément est de l'ordre du mètre carré, sa longueur étant supérieure à 1 m.
2. Elément selon la revendication 1, caractérisé en ce que son épaisseur est de l'ordre de 3 mm.
3. Elément selon les revendications 1 et 2, caractérisé en ce que l'épaisseur des feuilles qui la constituent est de l'ordre de 0,3 mm.
4. Elément selon l'une des revendications 1, 2 et 3, caractérisé en ce que la longueur de l'élément est de l'ordre de 3 m.
5. Elément selon l'une des précédentes revendications, caractérisé en ce que la section droite de chaque canal est délimitée par deux arcs de cercle.
6. Echangeur thermique, caractérisé en ce qu'il est constitué par une batterie d'éléments selon l'une des précédentes revendications juxtaposés côte à côte avec interposition des intervalles nécessaires à la circulation du fluide d'échange extérieur.
7. Echangeur thermique selon la revendication 6, caractérisé en ce que sa densité de surface d'échange est supérieure à 100 m<sup>2</sup> par m<sup>3</sup>.
8. Procédé de fabrication d'un élément selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé par la suite des opérations suivantes : déroulage à grande vitesse de deux feuilles métalliques très minces à partir de deux bobines ; gaufrage de ces feuilles par passage entre deux rouleaux dont l'un au moins présente une surface gravée en fonction du dessin à imprimer dans chaque feuille ; juxtaposition des deux feuilles gaufrées de manière à former les canaux et cou-



loirs désirés ; assemblage des feuilles ainsi juxtaposées ;  
et découpage de la bande composite obtenue aux longueurs désirées.

9. Procédé de fabrication selon la revendication 8,  
caractérisé en ce que l'assemblage des feuilles juxtaposées est  
5 effectué par soudage à la molette.

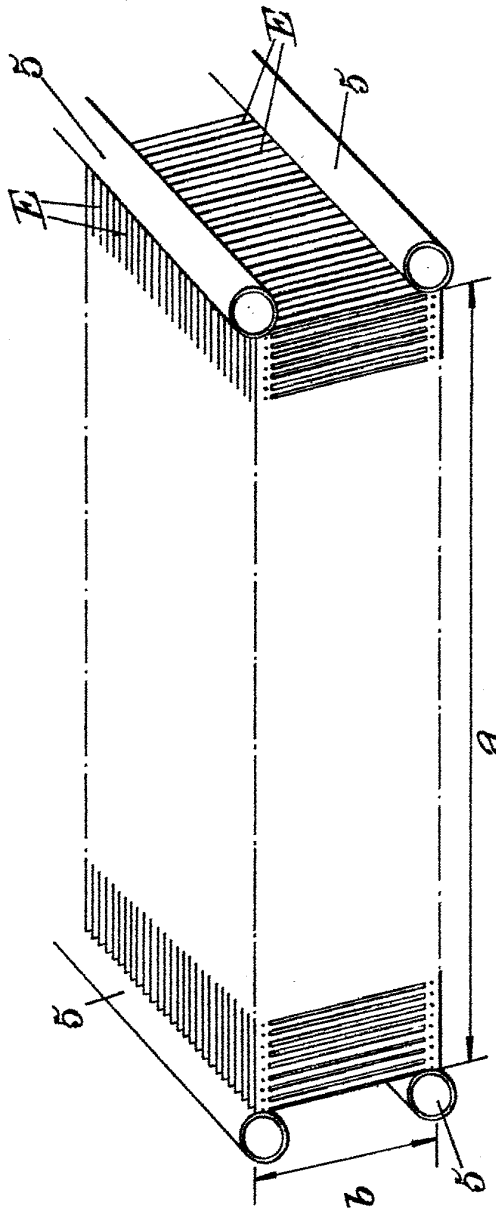


Fig. 1.

Fig. 2.

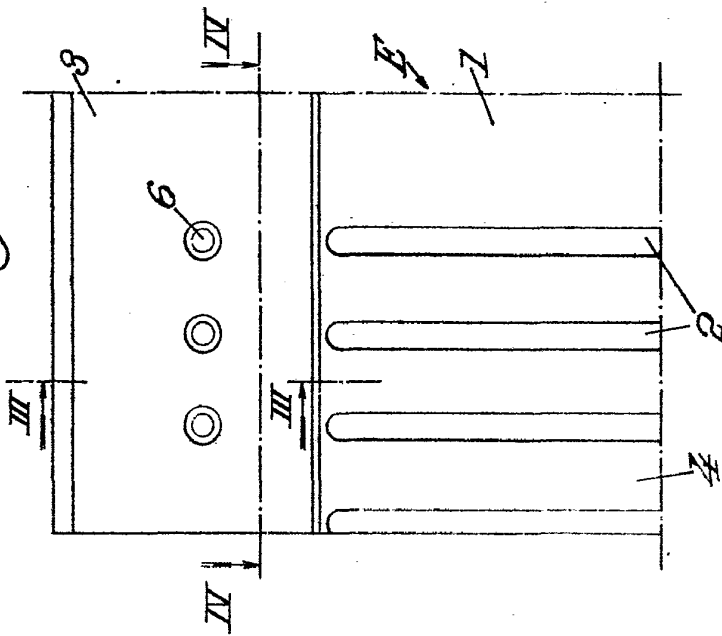


Fig. 5.

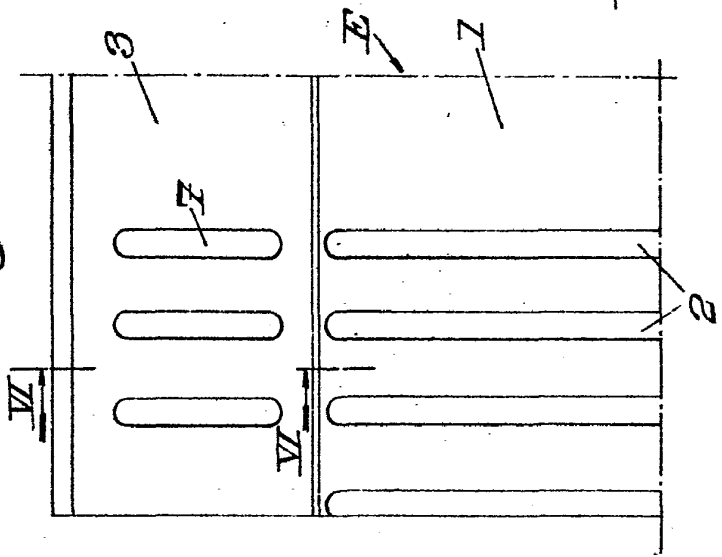


Fig. 3.

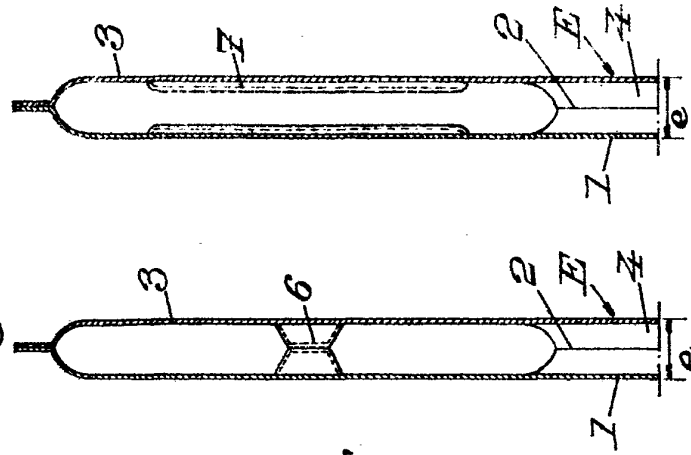


Fig. 6.

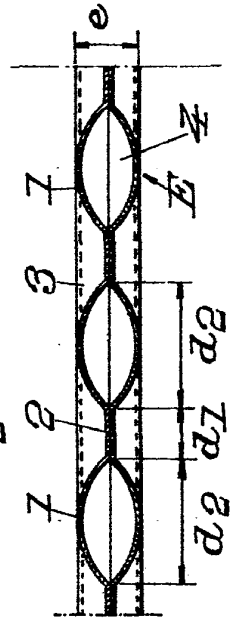


Fig. 4.

