



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**09.06.2004 Bulletin 2004/24**

(51) Int Cl.7: **F28F 3/04**

(21) Numéro de dépôt: **03292594.3**

(22) Date de dépôt: **17.10.2003**

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**  
Etats d'extension désignés:  
**AL LT LV MK**

(30) Priorité: **05.12.2002 FR 0215373**

(71) Demandeur: **PACKINOX  
92400 Courbevoie (FR)**

(72) Inventeurs:  
• **Sabin, Dominique  
71640 Mellecey (FR)**

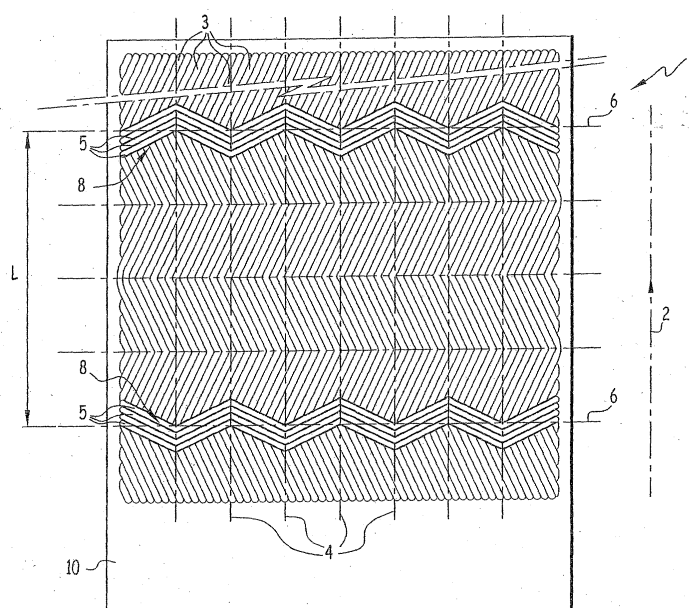
- **Bourgeon, Alain  
71150 Fontaines (FR)**
- **Bussonnet, Pierre-Xavier  
71640 Dracy le Fort (FR)**
- **Gilbert-Desvallons, Eric  
71380 Saint Marcel (FR)**
- **Graille, Gilbert  
71880 Chatenoy le Royal (FR)**
- **Tanca, Pierre  
17390 Sainte Helene (FR)**

(74) Mandataire: **Bouget, Lucien et al  
Cabinet Lavoix  
2, Place d'Estienne d'Orves  
75441 Paris Cédex 09 (FR)**

(54) **Plaque d'un échangeur thermique et échangeur thermique à plaques**

(57) La plaque d'échangeur thermique (1) présente des premières ondulations adjacentes (3) dirigées de manière générale suivant un axe d'alignement (4) dans une direction longitudinale de la plaque et comportant des tronçons successifs sensiblement rectilignes et obliques ayant successivement une inclinaison dans un premier sens et dans un second sens par rapport à l'axe longitudinal (4). La plaque d'échangeur thermique com-

porte de plus au moins une zone de déformation (8) constituée par au moins un ensemble de tronçons de secondes ondulations (5), de direction générale transversale, recoupant l'ensemble des axes longitudinaux (4) suivant lesquels sont disposés les premières ondulations (3). L'axe d'alignement des tronçons des secondes ondulations (5) fait un angle compris entre 45° et 90° avec les axes longitudinaux (4) des premières ondulations (3).



**FIG.1**

## Description

**[0001]** L'invention concerne une plaque d'un échangeur thermique et un échangeur thermique à plaques constitué par des plaques suivant l'invention.

**[0002]** On connaît des échangeurs thermiques utilisés par exemple dans le domaine du raffinage du pétrole ou de la pétrochimie, qui sont réalisés sous la forme d'échangeurs thermiques à plaques et qui peuvent assurer un échange de chaleur avec un très bon rendement, entre un fluide chaud et un fluide froid, le fluide froid pouvant subir, par exemple, une augmentation de température de l'ordre de 300°C à 400°C.

**[0003]** Dans ces applications, les échangeurs thermiques à plaques ont pour avantage de présenter un très bon coefficient d'échange thermique.

**[0004]** De tels échangeurs thermiques comprennent généralement un ou plusieurs faisceaux de plaques formés chacun par un empilement de plaques superposées dans des dispositions parallèles les unes aux autres et délimitant entre elles un double circuit de circulation de deux fluides totalement séparés.

**[0005]** Chacune des plaques élémentaires d'un faisceau de l'échangeur thermique à plaques est constituée par une tôle métallique fine, par exemple en acier inoxydable, mise en forme pour comporter des ondulations de forme particulière dans une zone centrale de la plaque au travers de laquelle sont réalisés les transferts de chaleur entre les fluides.

**[0006]** Les ondulations des plaques du faisceau d'échange thermique sont disposées de manière adjacente l'une par rapport à l'autre, de manière à couvrir toute la surface de la zone centrale de la plaque de l'échangeur thermique. Les ondulations peuvent être dirigées suivant une direction longitudinale de la plaque qui constitue une direction de circulation générale des fluides entre lesquels on réalise un échange thermique.

**[0007]** Les fluides peuvent par exemple circuler à contre-courant, c'est-à-dire dans des directions parallèles et des sens opposés, de part et d'autre des plaques du faisceau d'échange thermique empilées les unes sur les autres.

**[0008]** Les ondulations de chacune des plaques dirigées chacune suivant un axe longitudinal de la plaque entre une partie d'extrémité d'entrée et une partie d'extrémité de sortie de la plaque comportent des tronçons sensiblement rectilignes, successifs dans la direction longitudinale et obliques par rapport à cette direction de la plaque. Les tronçons successifs et obliques ont une inclinaison par rapport à l'axe longitudinal de la plaque suivant lequel ils sont disposés, successivement d'un côté et de l'autre de l'axe longitudinal, de manière à constituer une ligne brisée. Les ondulations adjacentes constituent des lignes de crête sur une première face et sur une seconde face opposée de la plaque de l'échangeur thermique.

**[0009]** Les plaques d'un faisceau d'échangeur thermique à plaques qui sont empilées l'une sur l'autre sont

disposées alternativement suivant une première et suivant une seconde dispositions, les plaques empilées étant retournées face pour face de 180° par rapport aux deux plaques adjacentes de l'empilement. Ainsi, les plaques désignées alternativement comme plaques impaires et comme plaques paires présentent des ondulations dont les tronçons rectilignes superposés ont des orientations différentes. De ce fait, les plaques reposent les unes sur les autres par l'intermédiaire de leurs ondulations, dans des zones pratiquement ponctuelles.

**[0010]** Les plaques empilées l'une sur l'autre d'un faisceau, généralement de forme parallélépipédique sont reliées l'une à l'autre suivant leurs bords longitudinaux, par des moyens de liaison assurant la fermeture étanche des côtés latéraux du faisceau. Des tôles planes disposées à la partie supérieure et à la partie inférieure de l'empilement et fixées aux moyens de liaison latéraux assurent également la fermeture de la partie supérieure et de la partie inférieure du faisceau de plaques.

**[0011]** Les segments successifs rectilignes des ondulations longitudinales des plaques de l'échangeur thermique font entre eux des angles obtus très ouverts, chacun des segments successifs étant peu inclinés par rapport à l'axe longitudinal par rapport auquel il est disposé en oblique.

**[0012]** Cette disposition des segments successifs des ondulations limite considérablement la possibilité d'allongement de la plaque dans l'échangeur thermique en service, sous l'effet des dilatations dues au contact d'un fluide à haute température. Les plaques présentent en effet une grande rigidité dans la direction longitudinale, du fait de la faible inclinaison des tronçons successifs des ondulations.

**[0013]** Les sollicitations d'origine thermique ou mécanique auxquelles est soumis l'échangeur de chaleur doivent donc être absorbées par chacune des plaques de l'échangeur à plaques et d'autre part par l'ensemble du faisceau de plaques à l'état assemblé.

**[0014]** Il peut en résulter des contraintes excessives dans les plaques qui sont en tôles fines et dans les structures du faisceau et de l'échangeur thermique.

**[0015]** Le but de l'invention est donc de proposer une plaque d'un échangeur thermique constitué par un empilement de plaques comportant chacune une zone centrale dans laquelle la plaque présente des premières ondulations adjacentes dirigées de manière générale suivant un axe de direction longitudinale de la plaque et comportant des tronçons sensiblement rectilignes successifs et obliques par rapport à l'axe longitudinal ayant une inclinaison successivement d'un côté et de l'autre de l'axe longitudinal, cette plaque permettant d'assurer une absorption de déformations d'origine thermique ou mécanique de la plaque dans l'échangeur thermique en service et de limiter ainsi les contraintes subies par la plaque et par les structures de l'échangeur thermique.

**[0016]** Dans ce but, la plaque d'échangeur thermique suivant l'invention comporte, de plus, au moins un en-

semble de tronçons successifs disposés angulairement ou alignés, de secondes ondulations, s'étendant suivant un axe d'alignement de direction générale transversale, recoupant l'ensemble des axes longitudinaux suivant lesquels sont disposées les premières ondulations, l'axe d'alignement transversal des tronçons sensiblement rectilignes des secondes ondulations faisant un angle compris entre 45° et 90° avec les axes longitudinaux des premières ondulations.

**[0017]** Selon des modalités particulières de l'invention :

- les secondes ondulations de direction générale transversale recoupent les premières ondulations dans des zones de tronçons rectilignes des premières ondulations situées entre les extrémités des tronçons.
- les secondes ondulations recoupent les premières ondulations suivant des zones de jonction entre les tronçons successifs des premières ondulations.
- les secondes ondulations sont discontinues et comportent différentes parties successives dans la direction transversale séparées par des zones dans lesquelles la plaque d'échangeur thermique ne comporte pas de secondes ondulations.
- la plaque d'échangeur comporte au moins deux zones de déformation constituées chacune d'au moins un ensemble de tronçons de secondes ondulations.
- chacune des zones de déformation comporte au moins deux secondes ondulations adjacentes s'étendant suivant la direction transversale de la plaque d'échangeur thermique.
- la plaque d'échangeur thermique comporte une pluralité de zones de déformation disposées successivement dans la direction longitudinale de la plaque d'échangeur thermique avec un espacement constant entre deux zones successives de déformation .
- la plaque d'échangeur comporte une pluralité de zones de déformation réparties suivant la direction longitudinale de la plaque d'échangeur thermique, de manière que les zones de déformation successives soient séparées dans la direction longitudinale par une distance variable suivant la longueur de la plaque d'échangeur thermique.

**[0018]** L'invention est également relative à un faisceau d'un échangeur thermique à plaques constitué par un empilement de plaques suivant l'invention.

- Chacune des plaques du faisceau de l'échangeur thermique peut comporter au moins deux zones de déformation disposées dans des positions telles que, suivant la longueur de deux plaques successives de l'empilement, les zones de déformation ne soient pas superposées dans l'empilement de plaques de l'ensemble de plaques.

**[0019]** Afin de bien faire comprendre l'invention, on va maintenant décrire, à titre d'exemples, en se référant aux figures jointes en annexe, plusieurs modes de réalisation d'une plaque d'un échangeur thermique, suivant l'invention, et d'un faisceau d'échangeur thermique à plaques comportant un empilement de plaques suivant l'invention.

**[0020]** La figure 1 est une vue de dessus montrant des premières et des secondes ondulations d'une plaque d'échangeur thermique suivant l'invention.

**[0021]** Les figures 2A, 2B, 2C et 2D sont des vues de dessus partielles de plaques d'échangeur thermique suivant l'invention et suivant un premier, un second, un troisième et un quatrième modes de réalisation, respectivement.

**[0022]** La figure 2E est une vue en coupe suivant E-E de la figure 2D montrant une phase d'assemblage de la plaque dans une zone d'extrémité.

**[0023]** Les figures 3A et 3B sont des vues de dessus de plaques d'échangeur thermique suivant l'invention comportant plusieurs ensembles de secondes ondulations adjacentes ayant des dispositions relatives différentes dans la direction longitudinale de la plaque d'échangeur thermique.

**[0024]** La figure 4 est une vue de dessus d'une plaque d'échangeur thermique suivant l'invention comportant des ondulations transversales rectilignes.

**[0025]** La figure 5 est une vue en perspective éclatée d'une partie d'un faisceau d'échangeur thermique à plaques montrant la disposition des zones de déformation transversales.

**[0026]** La figure 6 est une vue en perspective d'une plaque d'un faisceau d'échangeur à plaques montrant les parcours de passage de fluide au niveau de zones de contact de la plaque.

**[0027]** Sur la figure 1, on a représenté un tronçon d'une plaque 1 d'un échangeur thermique à plaques, réalisé suivant l'invention.

**[0028]** La plaque 1 est obtenue à partir d'une tôle, par exemple en acier inoxydable, sur laquelle on réalise un formage pour obtenir des ondulations.

**[0029]** Sur la figure 1, on a représenté par une flèche le sens d'écoulement d'un fluide dans la direction longitudinale 2 de la plaque 1, par exemple au contact de sa face supérieure visible sur la figure 1, sur laquelle on a représenté un tronçon de plaque d'échangeur thermique suivant la direction longitudinale 2.

**[0030]** La plaque 1 comporte un premier jeu d'ondulations 3 ou ondulations longitudinales disposées généralement dans la direction longitudinale 2 de la plaque, chacune des ondulations 3 comportant des tronçons successifs sensiblement rectilignes et disposés en oblique par rapport à la direction d'un axe 4 de direction longitudinale de la plaque 1.

**[0031]** Sur la figure 1, on a représenté une pluralité d'axes longitudinaux 4 suivant lesquels sont alignées les ondulations longitudinales 3. Comme il est visible sur la figure 1, les tronçons successifs rectilignes des pre-

mières ondulations 3 de direction générale longitudinale sont inclinés par rapport aux axes longitudinaux 4, de préférence d'un angle compris entre  $10^\circ$  et  $30^\circ$ . Deux tronçons successifs d'une ondulation 3 sont dirigés dans un premier sens et dans un second sens par rapport à l'axe 4, les tronçons successifs faisant entre eux un angle très ouvert de l'ordre de  $120^\circ$  à  $160^\circ$ .

**[0032]** De ce fait, comme il a été expliqué plus haut, les possibilités de déformation dans la direction longitudinale de la plaque 1, par exemple sous l'effet d'une dilatation thermique due à la mise en température des plaques de l'échangeur de chaleur en service sont extrêmement limitées. Il en résulte des contraintes importantes dans les plaques 1 de l'échangeur de chaleur et dans le faisceau constitué par l'empilement de plaques 1.

**[0033]** Selon l'invention, on réalise, sur chacune des plaques 1 de l'échangeur thermique, des secondes ondulations 5 de direction transversale 6, c'est-à-dire alignées, de manière générale, suivant des axes transversaux 6 faisant un angle qui peut être compris entre  $45^\circ$  et  $90^\circ$  avec la direction longitudinale 2 des axes 4 des premières ondulations. Comme représenté sur la figure 1, les secondes ondulations 5 peuvent être dirigées suivant des axes 6 perpendiculaires aux axes longitudinaux 4 de la plaque 1. Les secondes ondulations 5 comportent des tronçons rectilignes successifs faisant chacun un angle compris entre  $0^\circ$  et  $30^\circ$  avec la direction transversale d'alignement 6, deux segments successifs d'une ondulation 5 étant orientés dans un premier sens et dans un second sens opposé par rapport à la direction transversale 6 d'alignement. De ce fait, les tronçons successifs des secondes ondulations transversales font entre eux des angles compris entre  $120^\circ$  et  $180^\circ$ .

**[0034]** Les ondulations transversales 5 peuvent être disposées suivant plusieurs zones de déformation transversale 8 alignées chacune suivant la direction d'un axe transversal 6.

**[0035]** Sur la figure 1, on a représenté deux zones de déformation 8 séparées par une distance L dans la direction longitudinale 2 de la plaque 1.

**[0036]** Suivant les besoins de déformation longitudinale de la plaque 1, celle-ci peut comporter un nombre quelconque de zones de déformation 8 comportant des ondulations transversales 5.

**[0037]** De manière générale, une plaque d'échangeur thermique suivant l'invention doit comporter au moins une zone de déformation 8 dans laquelle on réalise au moins une ondulation transversale 5 constituant, sur les deux faces opposées de la plaque, une partie de crête en saillie et une partie en creux. De préférence, les zones de déformation 8 de la plaque 1 comportent plusieurs ondulations adjacentes 5 formant chacune une partie de crête sur une des faces de la tôle et une partie en creux, sur l'autre face.

**[0038]** Les ondulations longitudinales 3 adjacentes constituent elles-mêmes une partie de crête en saillie et une partie en creux sur chacune des faces de la plaque 1, les parties en creux sur l'une des faces de la tôle cons-

tituant les parties de crête en saillie sur la seconde face de la plaque.

**[0039]** Les zones de déformation 8 constituées par les secondes ondulations 5 recoupent l'ensemble des axes 4 des premières ondulations 3 de direction longitudinale, suivant toute la largeur de la plaque d'échangeur 1.

**[0040]** Comme il est visible sur la figure 1, chacun des segments successifs d'une ondulation 5 d'une zone de déformation 8 fait, avec les segments des ondulations longitudinales 3 qu'il recoupe, un angle qui peut être par exemple voisin de  $45^\circ$  ou de  $90^\circ$ .

**[0041]** Sur la figure 1, on voit que les tronçons successifs rectilignes des secondes ondulations 5 font un angle voisin de  $90^\circ$  avec les tronçons des premières ondulations dirigées vers la gauche sur la figure et un angle voisin de  $45^\circ$  avec les segments des premières ondulations 3 dirigées vers la droite sur la figure.

**[0042]** De manière générale, les segments successifs des secondes ondulations peuvent faire un angle quelconque avec chacun des segments successifs des premières ondulations qu'ils recoupent, cet angle étant par exemple compris entre  $30^\circ$  et  $90^\circ$ .

**[0043]** Du fait que les zones de déformation 8 constituées par les secondes ondulations 5 de direction transversale sont disposées suivant toute la largeur de la plaque 1 de l'échangeur de chaleur, une déformation dans la direction longitudinale de la plaque 1 peut être absorbée au niveau des zones de déformation 8 qui présentent une certaine souplesse du fait de la présence des ondulations adjacentes 5.

**[0044]** Sur les figures 2A, 2B, 2C et 2D, on a représenté quatre variantes de réalisation de zones de déformation 8 constituées d'ondulations transversales 5 adjacentes d'une plaque 1 d'un échangeur thermique à plaques. Les zones 8 comportent chacune au moins une ondulation de direction transversale 5 et par exemple quatre ondulations adjacentes, comme représenté sur les figures.

**[0045]** Sur la figure 2A, on a représenté une zone de déformation 8 constituée par des ondulations transversales 5 recoupant les ondulations longitudinales 3, chacune dans une partie d'un tronçon rectiligne de l'ondulation longitudinale 3 intermédiaire entre les extrémités du tronçon assurant sa jonction avec des tronçons voisins disposés angulairement dans un sens et dans l'autre par rapport à un axe 4.

**[0046]** Sur les figures 2A, 2B, 2C et 2D, on a représenté des ondulations transversales 5 dont les axes d'alignement 6 sont perpendiculaires aux axes d'alignement 4 des ondulations longitudinales. De manière plus générale, les axes suivant lesquels sont alignés les tronçons rectilignes successifs des secondes ondulations transversales 5 peuvent faire un angle de  $45^\circ$  à  $90^\circ$  avec les axes d'alignement des tronçons rectilignes successifs des premières ondulations 3.

**[0047]** Les tronçons rectilignes des secondes ondulations 5 font également un angle (par exemple voisin

de 60° sur la figure 2A) avec les axes longitudinaux 4 des premières ondulations 3 de la plaque 1.

**[0048]** Sur la figure 2B, on a représenté une variante de réalisation des zones de déformation 8 qui sont constituées par des ondulations transversales 5 adjacentes recoupant les premières ondulations 3 de la plaque 1 suivant des zones de jonction entre les tronçons successifs des premières ondulations 3 disposés angulairement. La zone de déformation 8 est alignée suivant un axe transversal 6 passant par les zones de jonction alignées transversalement des tronçons rectilignes des premières ondulations 3.

**[0049]** Dans le cas des zones de déformation 8 représentées sur les figures 2A et 2B, les ondulations transversales 5 adjacentes constituant ces zones de déformation sont continues suivant toute la largeur de la plaque 1.

**[0050]** Sur la figure 2C, on a représenté une zone de déformation 8 constituée par des ondulations transversales 5 qui présentent des discontinuités 9 de faible longueur, la longueur dans la direction transversale des discontinuités 9 étant par exemple inférieure à la largeur d'une ondulation 3 de direction longitudinale. Dans les zones de discontinuité 9, la plaque 1 ne comporte pas d'ondulations transversales.

**[0051]** Du fait de la faible longueur dans la direction transversale des discontinuités 9, la plaque 1 présente une souplesse sensiblement analogue à celle des plaques représentées sur les figures 2A et 2B.

**[0052]** De plus, on a représenté sur la figure 2C, une zone d'extrémité 10 de la plaque 1 au niveau de laquelle on réalise l'entrée ou la sortie d'un fluide dans le faisceau de l'échangeur de chaleur.

**[0053]** De manière à diriger sélectivement les fluides d'échange dans les canaux définis par les ondulations longitudinales, la zone 10 de la plaque peut comporter un double réseau d'ondulations entrecroisées pour assurer, d'un côté de la tôle, la répartition d'un premier fluide d'échange dans les canaux et, de l'autre côté de la plaque, la récupération d'un second fluide d'échange.

**[0054]** La zone d'extrémité 10 de la plaque peut être réalisée, comme représenté sur les figures 1 et 2C, par une partie totalement lisse de la plaque ne comportant pas d'ondulations. Dans ce cas, lors de la constitution du faisceau de l'échangeur thermique par empilement de plaques l'une sur l'autre, on constitue les zones d'entrée et de sortie du faisceau guidant les fluides, par des plaques indépendantes insérées entre les parties lisses d'entrée des plaques de l'échangeur thermique.

**[0055]** Comme représenté sur la figure 2C, on peut réaliser la zone de déformation 8 au voisinage immédiat d'une partie d'extrémité 10 de la plaque 1 de l'échangeur, à l'extrémité des ondulations longitudinales 3.

**[0056]** Comme représenté sur les figures 2D et 2E, la plaque 2 suivant l'invention peut comporter une zone d'extrémité 10 dans laquelle la plaque 1 présente une zone de déformation 8 comportant des ondulations transversales 5. Sur la tôle 1, dans sa partie d'extrémité

10, on rapporte un insert 13 qui sera placé dans l'échangeur thermique entre deux plaques successives. L'insert 13 est réalisé sous la forme d'une plaque pouvant comporter un ensemble d'ondulations 3' dans une disposition adaptée pour assurer le guidage des fluides à l'une des extrémités de l'échangeur thermique. L'insert 13 comporte une ouverture traversante 14 dont la forme et la dimension sont adaptées à celles de la zone de déformation 8 de manière que les ondulations transversales 5 viennent se loger dans l'ouverture 14, lorsqu'on place l'insert 13 sur la plaque 1. La partie d'extrémité 10 de la tôle 1 peut ainsi se déformer dans la direction longitudinale et concourir au guidage des fluides dans l'échangeur thermique. Au lieu de zones de déformation 8 comportant des ondulations transversales 5 juxtaposées, on peut prévoir, dans la partie d'extrémité 10 de la plaque 1, une ou plusieurs ondulations transversales isolées venant se loger dans une ou plusieurs ouvertures d'un insert rapporté sur la plaque 1. Les ondulations transversales de la zone d'extrémité peuvent être constituées de tronçons disposés angulairement ou alignés ; la forme des ouvertures de l'insert est adaptée à la forme des ondulations transversales.

**[0057]** Sur la figure 4, on a représenté une plaque 1 suivant l'invention comportant des zones de déformation transversales 8 constituées chacune d'une seule ondulation 5 rectiligne dirigée suivant la direction transversale 6 de la plaque ; dans ce cas, les tronçons successifs disposés angulairement des ondulations transversales 5 telles que décrites plus haut sont remplacés par des tronçons alignés faisant entre eux un angle plat (180°).

**[0058]** Les ondulations 5 peuvent être placées, comme représenté sur la figure 4, suivant les zones de raccordement angulaire des ondulations longitudinales 3 en forme de ligne brisée, de la plaque 1.

**[0059]** Comme indiqué plus haut, chacune des plaques 1 de l'échangeur thermique peut comporter une ou plusieurs zones de déformation 8 assurant une souplesse à la plaque d'échangeur thermique lui permettant de se déformer dans la direction longitudinale.

**[0060]** Dans le cas où les plaques d'échangeur thermique comportent une pluralité de zones de déformation 8, comme représenté sur les figures 3A et 3B, les zones successives de déformation 8 peuvent être disposées suivant la direction axiale de la plaque d'échangeur thermique 1, à égale distance l'une de l'autre (distance constante L sur la figure 3A) ou à des distances variables dans la direction longitudinale (distances A, B et C avec  $A \neq B \neq C$ , comme représenté sur la figure 3B).

**[0061]** De manière générale, la direction transversale d'alignement 6 des zones de déformation 8 peut faire, avec la direction des axes 4 des ondulations 3 de direction longitudinale, un angle compris entre 45° et 90°.

**[0062]** Une exigence concernant les zones de déformation 8 est cependant que ces zones de déformation constituées par les ondulations transversales 5 recoupent pratiquement l'ensemble des ondulations longitu-

dinales 3 s'étendant pratiquement sur toute la largeur de la plaque 1 d'échangeur thermique, que la direction générale des zones de déformation soit perpendiculaire à la direction longitudinale ou oblique par rapport à cette direction.

**[0063]** Sur la figure 5, on a représenté, en vue éclatée, une partie d'un faisceau d'un échangeur thermique à plaques auquel s'applique l'invention.

**[0064]** Les plaques d'échangeur 1a, 1b et 1c comportent des ondulations longitudinales 3 dont on a tracé les lignes de crête sous la forme de lignes brisées, ces lignes de crête correspondant aux sommets des ondulations sur la face supérieure des plaques 1a, 1b et 1c.

**[0065]** Les ondulations 3 sont constituées par des tronçons successifs rectilignes disposés angulairement l'un par rapport à l'autre et dirigés suivant des axes longitudinaux 4 des plaques d'échangeur thermique.

**[0066]** La plaque intermédiaire 1b, ou plaque impaire, destinée à être intercalée entre les plaques paires 1a et 1c est retournée de 180° face pour face par rapport à l'orientation des plaques paires 1a, 1c. Les tronçons obliques des ondulations 3 et des lignes de crête représentées sur la figure 5 qui ont des orientations différentes sur les plaques paires 1a, 1c et sur la plaque impaire 1b viennent en contact les uns avec les autres lors de la superposition des tôles 1a, 1b et 1c suivant des zones 11 des ondulations longitudinales, pratiquement ponctuelles.

**[0067]** Sur la figure 6, on a représenté les zones de contact 11 ponctuelles des ondulations de la tôle 1b avec celles de la tôle 1a.

**[0068]** Le principe des échangeurs à plaques est de faire circuler un premier fluide dans une direction générale longitudinale et dans un premier sens (représenté par la flèche 2) dans un espace sur deux entre les tôles successives de l'empilement et un second fluide, dans la direction longitudinale et généralement à contre-courant de la circulation du premier fluide (comme représenté par la flèche 2'), dans les espaces entre les tôles, dans lesquels il n'y a pas de circulation du premier fluide, c'est-à-dire dans un espace sur deux entre les tôles.

**[0069]** Pour cela, dans les zones d'entrée et de sortie des tôles, des ondulations particulières ou des éléments insérés permettent de réaliser la distribution des fluides.

**[0070]** Comme représenté sur la figure 6, par les flèches 12, les fluides (par exemple le second fluide circulant de manière générale dans la direction 2') sont répartis dans les passages entre les points de contact 11 des ondulations longitudinales.

**[0071]** Lorsqu'on réalise, sur les plaques d'échangeur de chaleur, des ondulations transversales, celles-ci doivent être mises en forme de manière à limiter le plus possible l'augmentation de perte de charge dans la circulation des fluides à l'intérieur du faisceau de l'échangeur thermique.

**[0072]** Sur la figure 5, les plaques 1a, 1b et 1c sont des plaques d'échangeur thermique suivant l'invention qui comportent des zones de déformation 8a, 8b ou 8c

s'étendant transversalement sur toute la largeur des tôles et espacées l'une de l'autre dans la direction longitudinale, chacune des tôles du faisceau de l'échangeur thermique pouvant comporter plusieurs zones de déformation 8a, 8b ou 8c.

**[0073]** Dans le cas où les tronçons des ondulations transversales font un angle différent de 0° avec l'axe transverse 6, les zones de déformation 8b de la tôle intermédiaire 1b impaire sont, de préférence, décalées dans la direction longitudinale par rapport aux zones de déformation 8a et 8c des tôles paires 1a et 1c. Lorsqu'on réalise l'empilement, les zones de déformation 8a et 8c des tôles paires et les zones de déformation des tôles impaires sont décalées les unes par rapport aux autres dans la direction longitudinale des tôles de l'empilement. Les zones de déformation de toutes les tôles paires peuvent être dans des positions superposées, de même que toutes les zones de déformation des tôles impaires mais il est également possible d'imaginer d'autres dispositions dans lesquelles les zones de déformation des tôles paires ou des tôles impaires ne sont pas toutes superposées.

**[0074]** Dans le cas d'un empilement de tôles dans lequel toutes les zones de déformation des tôles paires et toute les zones de déformation des tôles impaires sont superposées, on caractérise l'empilement réalisé par le décalage d entre les zones de déformation des tôles paires et les zones de déformation des tôles impaires.

**[0075]** Dans le cas où les tronçons des ondulations transversales font un angle nul (ou plat) entre eux et avec l'axe transversal 6 (ondes transversales rectilignes), les zones de déformation 8b de la tôle impaire se superposeront de préférence avec celles des tôles paires pour limiter les pertes de charge.

**[0076]** Comme représenté sur la figure 2C, il est également possible de prévoir des ouvertures 9 obtenues lors de la réalisation des secondes ondulations 5, pour limiter la perte de charge des fluides circulant dans l'échangeur de chaleur, au niveau des zones de déformation. Ces ouvertures 9 sont obtenues en réalisant les secondes ondulations 5, sous forme discontinue.

**[0077]** Les plaques d'échangeur thermique suivant l'invention permettent donc d'absorber des déformations dans la direction longitudinale, en particulier des déformations dues à des dilatations thermiques des tôles, sans qu'apparaissent des contraintes dans les parties courantes des tôles, entre les zones de déformation.

**[0078]** L'absorption des déformations dues à des contraintes thermiques ou mécaniques sur les tôles dans l'échangeur en service, du fait de la présence des zones de déformation, permet de limiter également les contraintes dans le ou les faisceaux de l'échangeur thermique constitués par un empilement de tôles suivant l'invention.

**[0079]** Cet effet d'absorption des déformations des tôles dans la direction longitudinale peut être obtenu de

manière tout à fait satisfaisante avec des zones de déformation constituées par des ondulations transversales dont la surface totale représente de 5 à 10 % de la surface totale des ondulations longitudinales des tôles.

**[0080]** L'invention ne se limite pas aux modes de réalisation qui ont été décrits.

**[0081]** C'est ainsi que les ondulations longitudinales ou transversales peuvent avoir des formes différentes de celles qui ont été décrites, que les ondulations transversales peuvent être orientées suivant des axes d'alignement faisant un angle quelconque compris entre 45° et 90° avec les axes des ondulations longitudinales des plaques et que les zones de déformation des plaques peuvent être constituées par au moins une ondulation transversale.

**[0082]** Le nombre de zones de déformation suivant la longueur de la tôle peut être quelconque et déterminé en fonction de la longueur totale des plaques de l'échangeur thermique et de la largeur et du nombre d'ondulations transversales des zones de déformation.

**[0083]** La distance entre les zones de déformation, dans la direction longitudinale, peut être constante sur toute la longueur des plaques d'échangeur de chaleur ou, au contraire, variable.

**[0084]** Dans tous les cas, des calculs de déformation permettent de déterminer la solution optimale quant au nombre de zones de déformation et la distance entre ces zones, en fonction de la longueur totale de la plaque de l'échangeur thermique et des températures des fluides circulant au contact des plaques de l'échangeur.

**[0085]** L'invention peut s'appliquer à de nombreux échangeurs thermiques à plaques utilisés dans l'industrie.

## Revendications

1. Plaque d'un échangeur thermique constitué par un empilement de plaques (1, 1a, 1b, 1c) comportant chacune une zone centrale dans laquelle la plaque présente des premières ondulations (3) adjacentes dirigées de manière générale suivant un axe d'alignement (4) dans la direction longitudinale de la plaque et comportant des tronçons successifs sensiblement rectilignes et obliques, ayant une inclinaison successivement dans un premier sens et dans un second sens par rapport à leur axe d'alignement longitudinal, **caractérisée par le fait qu'elle** comporte de plus au moins un ensemble de tronçons successifs de secondes ondulations (5) s'étendant suivant un axe d'alignement de direction générale transversale disposés angulairement ou alignés, recoupant l'ensemble des axes longitudinaux (4) suivant lesquels sont disposées les premières ondulations (3), l'axe d'alignement transversal (6) des tronçons sensiblement rectilignes des secondes ondulations (5) faisant un angle compris entre 45° et 90° avec les axes longitudinaux (4) des premières

ondulations (3).

2. Plaque d'échangeur thermique suivant la revendication 1, **caractérisée par le fait que** les secondes ondulations (5) de direction générale transversale recoupent les premières ondulations (3) dans des zones de tronçons rectilignes des premières ondulations (3) situées entre les extrémités des tronçons.

3. Plaque d'échangeur thermique suivant la revendication 1, **caractérisée par le fait que** les secondes ondulations (5) recoupent les premières ondulations (3) suivant des zones de jonction entre les tronçons successifs des premières ondulations (3).

4. Plaque d'échangeur thermique suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisée par le fait que** les secondes ondulations (5) sont discontinues et comportent différentes parties successives dans la direction transversale séparées par des zones (9) dans lesquelles la plaque d'échangeur thermique (1) ne comporte pas de secondes ondulations (5).

5. Plaque d'échangeur thermique suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisée par le fait qu'elle** comporte au moins deux zones de déformation (8, 8') constituées chacune d'au moins un ensemble de tronçons de secondes ondulations (5).

6. Plaque d'échangeur thermique suivant la revendication 5, **caractérisée par le fait que** chacune des zones de déformation (8, 8') comporte au moins deux secondes ondulations (5) adjacentes s'étendant suivant la direction transversale de la plaque d'échangeur thermique (1).

7. Plaque d'échangeur thermique selon l'une quelconque des revendications 5 et 6, **caractérisée par le fait que** la plaque d'échangeur thermique (1) comporte une pluralité de zones de déformation (8, 8') disposées successivement dans la direction longitudinale de la plaque d'échangeur thermique (1) avec un espacement (L) constant entre deux zones successives de déformation (8, 8').

8. Plaque d'échangeur thermique suivant l'une quelconque des revendications 5 et 6, **caractérisée par le fait qu'elle** comporte une pluralité de zones de déformation (8, 8') réparties suivant la direction longitudinale de la plaque d'échangeur thermique (1), de manière que les zones de déformation successives (8, 8') soient séparées dans la direction longitudinale par une distance (A, B, C) variable suivant la longueur de la plaque d'échangeur thermique (1).

9. Faisceau d'un échangeur thermique constitué par un empilement de plaques suivant l'une quelconque des revendications 1 à 8.

10. Faisceau d'échangeur thermique suivant la revendication 9, **caractérisé par le fait que** chacune des plaques (1, 1a, 1b, 1c) du faisceau de l'échangeur thermique comporte au moins deux zones de déformation (8a, 8b, 8c) disposées dans des positions telles que, suivant la longueur de deux plaques successives de l'empilement, les zones de déformation (8a, 8c, 8b) ne soient pas superposées dans l'empilement de plaques (1a, 1b, 1c) de l'ensemble de plaques.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55



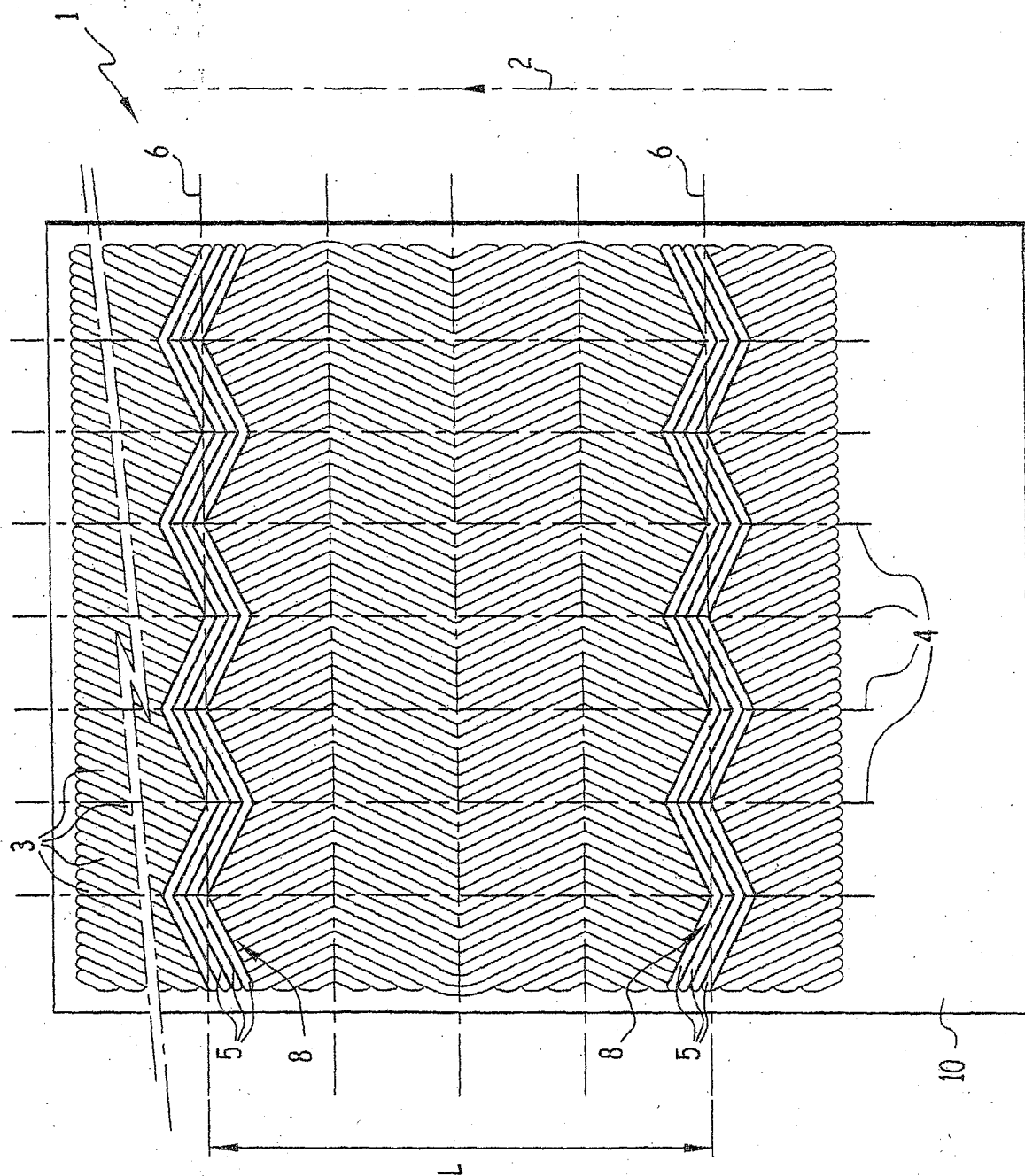
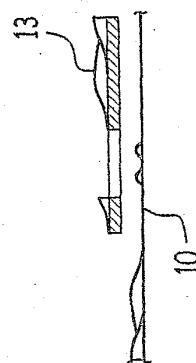
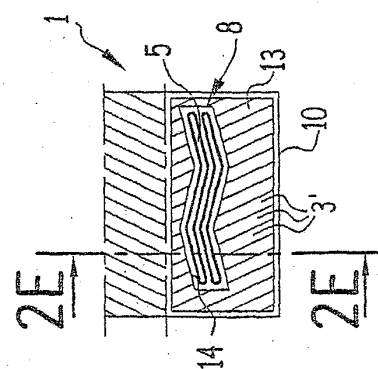
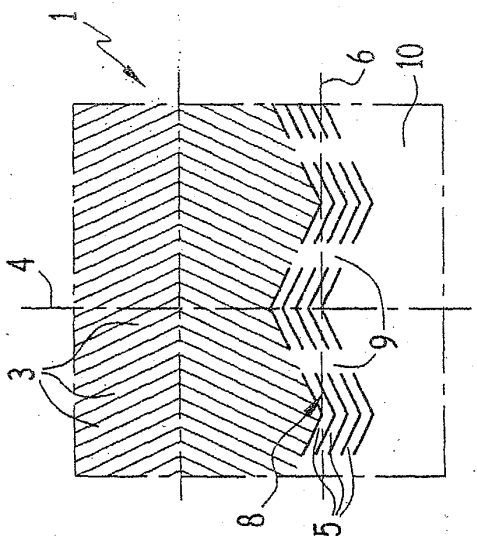
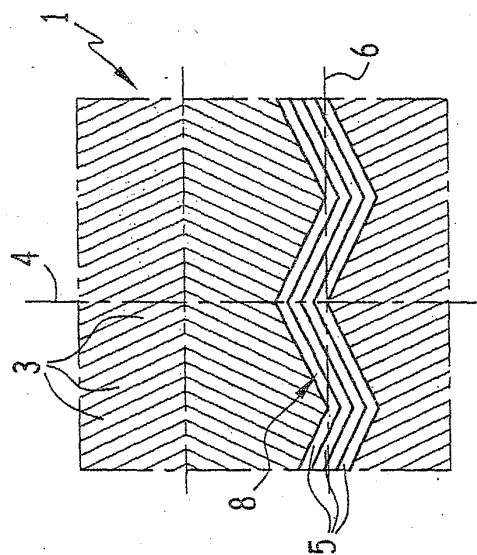
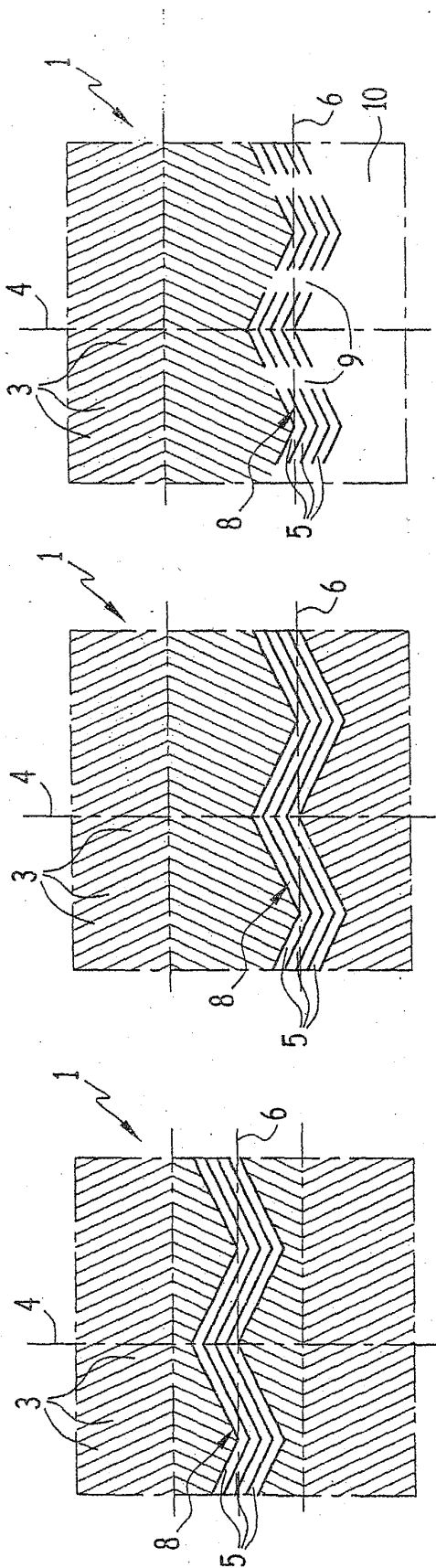
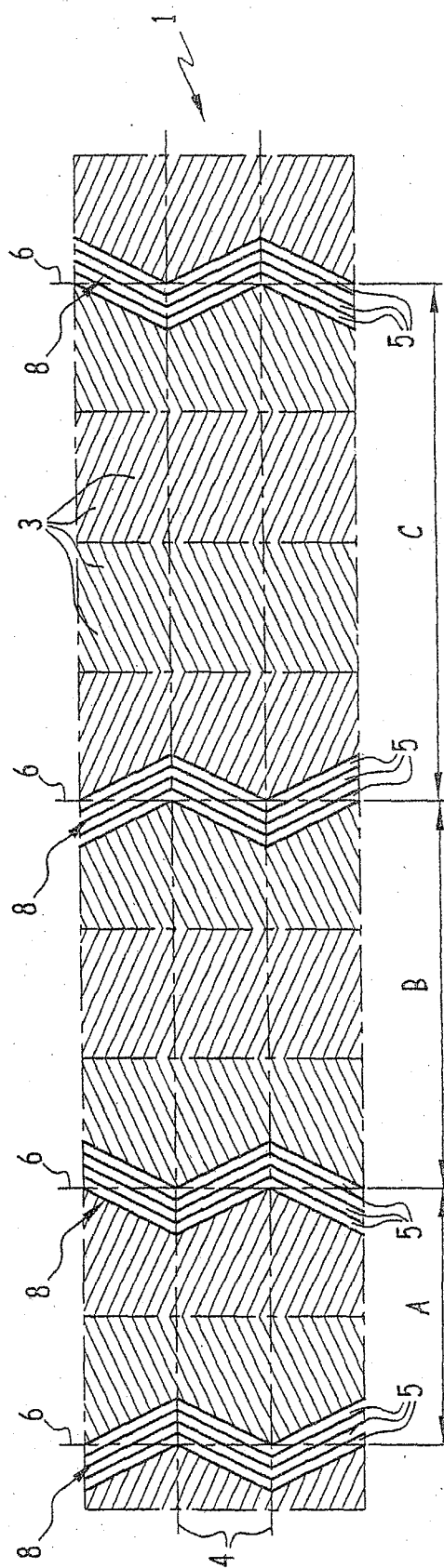
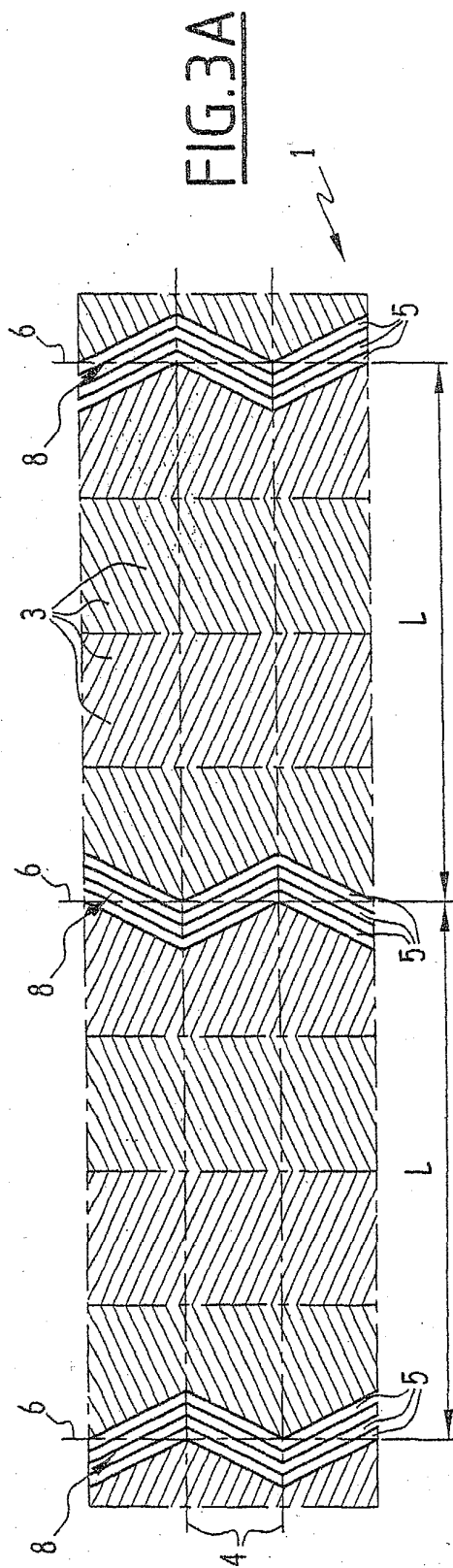


FIG. 1





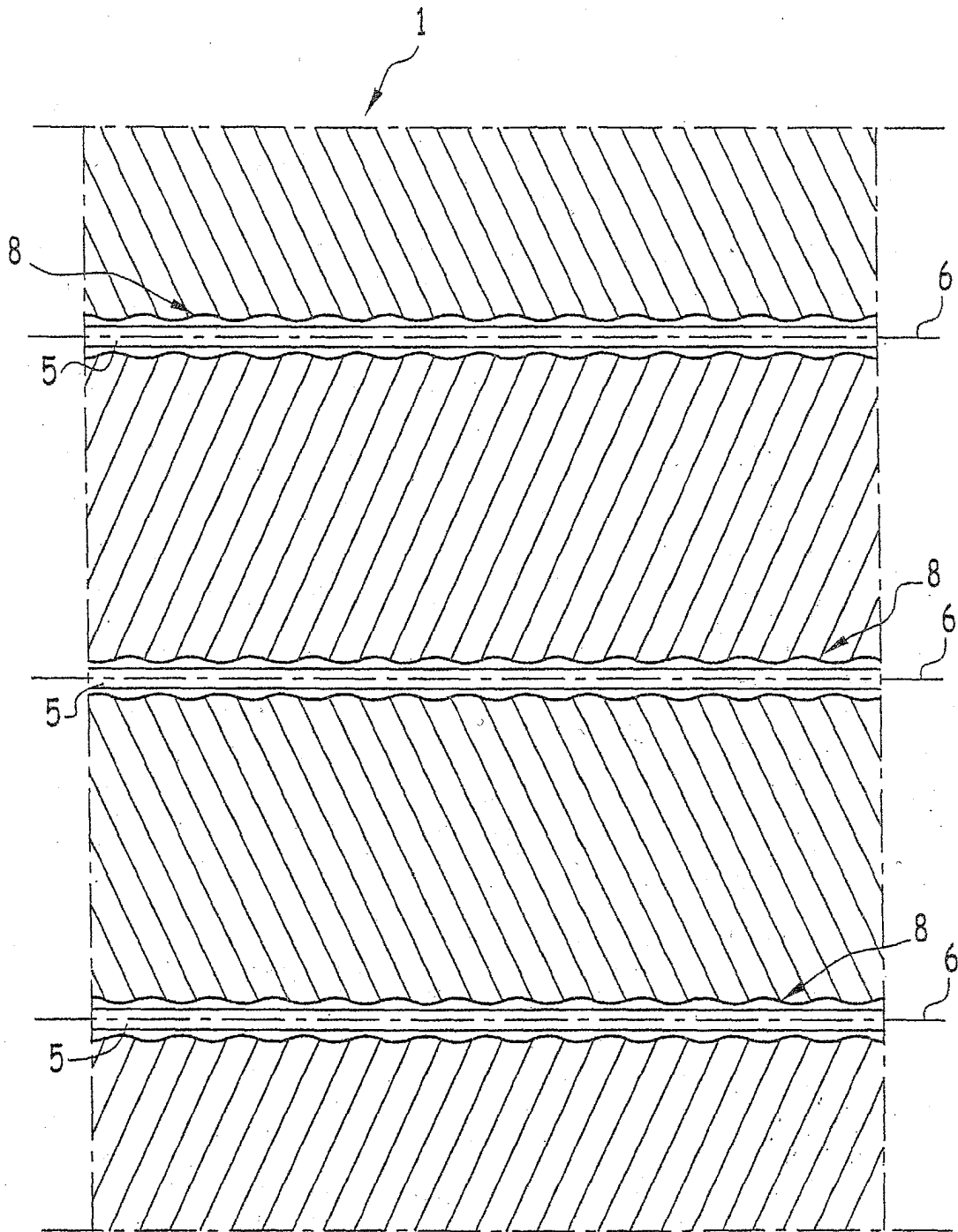


FIG.4

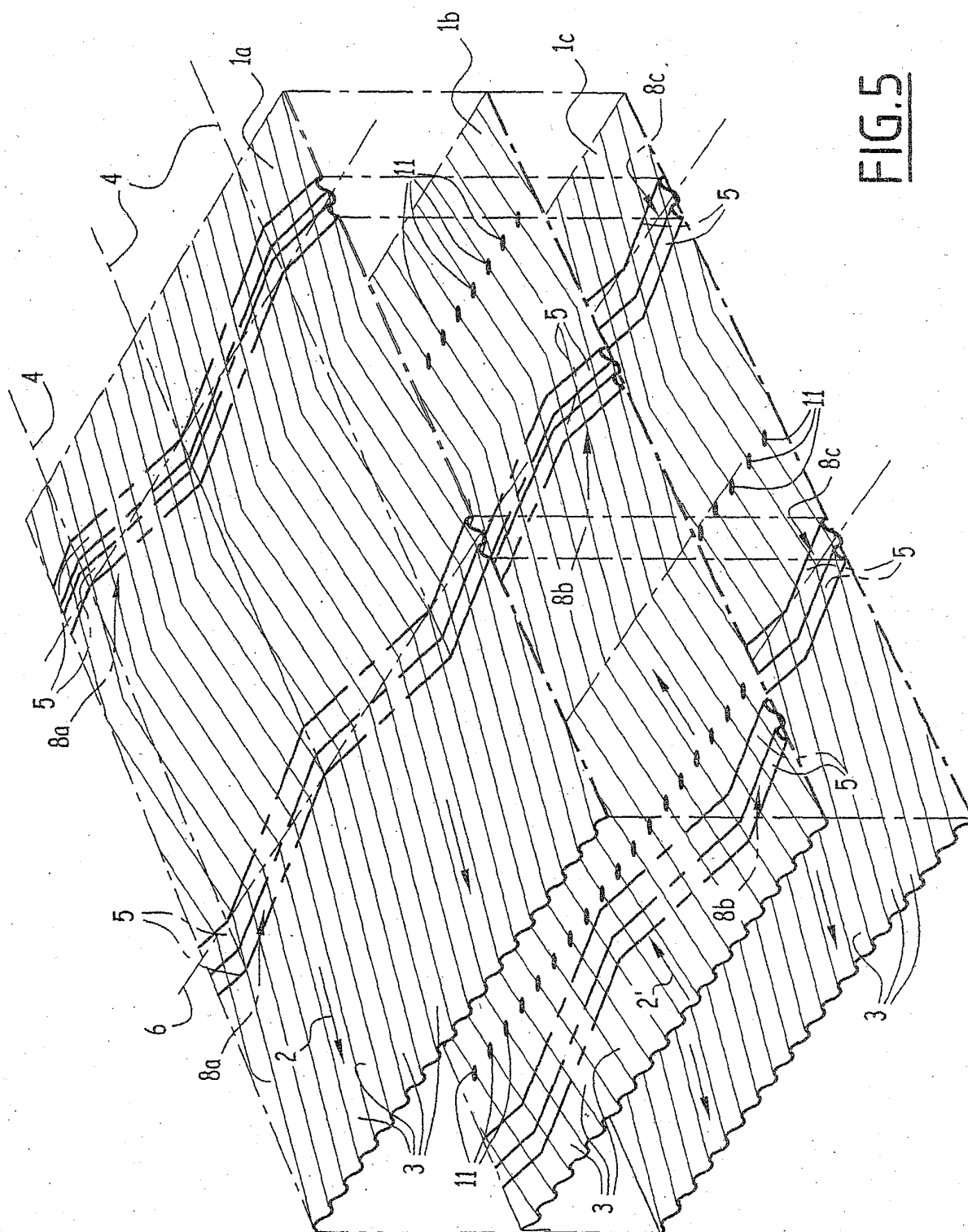


FIG. 5

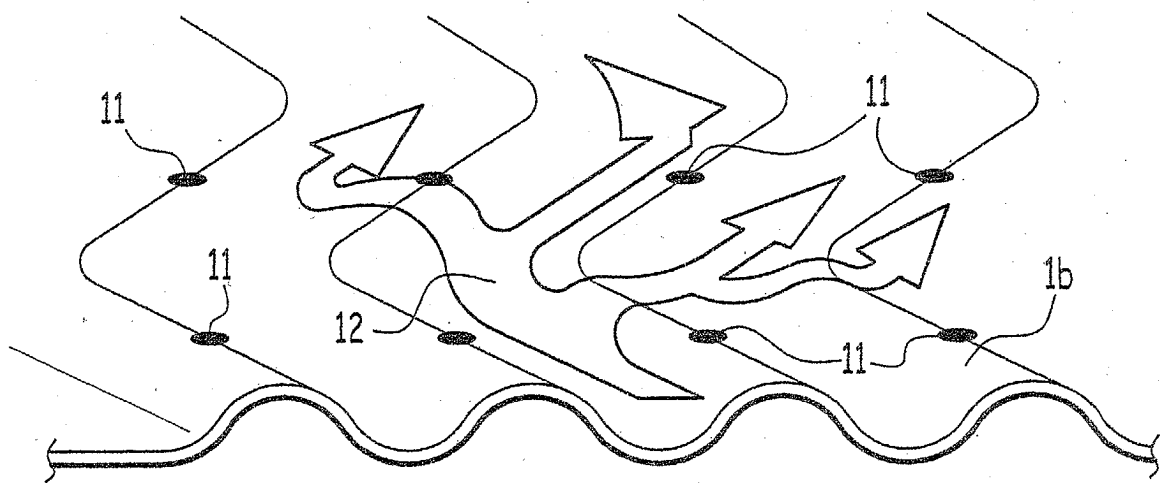


FIG. 6



Office européen  
des brevets

# RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 03 29 2594

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.CI.7)
A	EP 1 191 297 A (SMITHS GROUP PLC) 27 mars 2002 (2002-03-27) * colonne 3, ligne 56 - colonne 4, ligne 6; figure 7 *	1,6	F28F3/04
A	DE 33 01 211 A (FUNKE WAERME APPARATE KG) 26 juillet 1984 (1984-07-26) * page 7, dernier alinéa - page 9, alinéa 1; figure 1 *	1,6	
A	GB 521 285 A (MARTIN LARSEN;CHARLES ZEUTHEN; RICHARD ZEUTHEN) 16 mai 1940 (1940-05-16) * le document en entier *	1,6	
A	WO 94 19657 A (ALFA LAVAL THERMAL AB ;BLOMGREN RALF (SE)) 1 septembre 1994 (1994-09-01) * abrégé; figures *	1,6	
A	SU 1 083 061 A (VNII KOMPLEKSNYCH PROBLEM MASH) 30 mars 1984 (1984-03-30) * figures *	1,6	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CI.7) F28F
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 26 février 2004	Examineur Van Dooren, M
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 03 29 2594

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

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

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

26-02-2004

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1191297	A	27-03-2002	AU 7218301 A	28-03-2002
			CA 2358004 A1	23-03-2002
			EP 1191297 A2	27-03-2002
			GB 2370348 A	26-06-2002
			JP 2002147984 A	22-05-2002
			NZ 514352 A	26-07-2002
			US 2002043362 A1	18-04-2002
			ZA 200107824 A	21-05-2002
DE 3301211	A	26-07-1984	DE 3301211 A1	26-07-1984
GB 521285	A	16-05-1940	AUCUN	
WO 9419657	A	01-09-1994	SE 505225 C2	21-07-1997
			CN 1102287 A ,B	03-05-1995
			DE 69422342 D1	03-02-2000
			DE 69422342 T2	11-05-2000
			EP 0636239 A1	01-02-1995
			JP 7506420 T	13-07-1995
			SE 9300570 A	20-08-1994
			WO 9419657 A1	01-09-1994
SU 1083061	A	30-03-1984	SU 1083061 A1	30-03-1984

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82