



DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIEE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS (PCT)

<p>(51) Classification internationale des brevets <sup>6</sup> : <b>F28D 9/00, B23K 26/10</b></p>	<p><b>A1</b></p>	<p>(11) Numéro de publication internationale: <b>WO 98/16786</b></p> <p>(43) Date de publication internationale: 23 avril 1998 (23.04.98)</p>
<p>(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR97/01803</p> <p>(22) Date de dépôt international: 10 octobre 1997 (10.10.97)</p> <p>(30) Données relatives à la priorité: 96/12468 11 octobre 1996 (11.10.96) FR</p> <p>(71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): ZIE-MANN-SECATHEN [FR/FR]; Route de Harskirchen, F-67260 Sarre-Union (FR).</p> <p>(72) Inventeurs; et (75) Inventeurs/Déposants (US seulement): CLAUDEL, Michel [FR/FR]; Lotissement Hoff, Est No. 8, F-57400 Sarrebourg (FR). FAUCONNIER, Jean-Claude [FR/FR]; 71, avenue de Villiers, F-75017 Paris (FR). GUIDAT, Roland [FR/FR]; 24, rue Général Patton, F-54000 Nancy (FR).</p> <p>(74) Mandataires: PONTET, Bernard etc.; Pontet Allano &amp; Associés S.E.L.A.R.L., 25, rue Jean Rostand, Parc-Club Orsay-Université, F-91893 Orsay Cedex (FR).</p>	<p>(81) Etats désignés: AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, HU, ID, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZW, brevet ARIPO (GH, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG).</p> <p><b>Publiée</b> Avec rapport de recherche internationale. Avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si de telles modifications sont reçues.</p>	

(54) Title: HEAT EXCHANGER, AND HEAT EXCHANGING BEAM, AND RELATED WELDING METHODS AND PRODUCTION

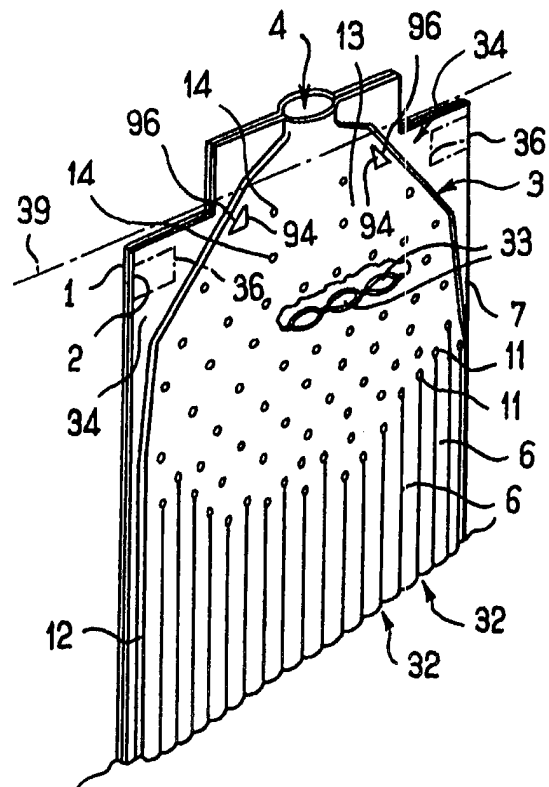
(54) Titre: ECHANGEUR DE CHALEUR, ET FAISCEAU D'ECHANGE DE CHALEUR, AINSI QUE PROCEDES DE SOUDAGE ET DE REALISATION S'Y RAPPORTANT

## (57) Abstract

The module is formed of two mutually laser welded sheet metals (1, 2). Longitudinal weld seams (6) define between them longitudinal conduits (32) for the circulation of a first fluid. The metal sheets (1, 2) are also assembled by a peripheral weld seam (3). The weld seam defines beyond the longitudinal conduits (32) a transition zone (13) which narrows down from the longitudinal conduits (32) up to the break (4). Weld points (14) are previously formed in this zone. Once the weld points have been produced, the module is formed by injecting a fluid under pressure through a break (4) in the weld seam (3). The invention is useful for making mutually compatible variations in the module width in the end regions during hydroforming and for producing with the transition zone an outflow distributor to the different channels when in operation.

## (57) Abrégé

Le module est formé de deux tôles (1, 2) soudées l'une à l'autre au laser. Des cordons de soudure longitudinaux (6) définissent entre eux des conduits longitudinaux (32) de circulation d'un premier fluide. Les tôles (1, 2) sont également réunies par un cordon de soudure périphérique (3). Le cordon de soudure définit au-delà des conduits longitudinaux (32) une zone de transition (13) qui se rétrécit depuis les conduits longitudinaux (32) jusqu'à l'interruption (4). On forme au préalable dans cette zone des points de soudure (14). Une fois les soudures réalisées, on forme le module par injection d'un fluide sous pression par une interruption (4) du cordon de soudure (3). Utilisation pour rendre compatibles entre elles les variations de largeur du module pendant l'hydroformage dans les régions d'extrémité et pour réaliser avec la zone de transition un répartiteur d'écoulement vers les différents canaux pendant le fonctionnement.



### **UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION**

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

<b>AL</b>	Albanie	<b>ES</b>	Espagne	<b>LS</b>	Lesotho	<b>SI</b>	Slovénie
<b>AM</b>	Arménie	<b>FI</b>	Finlande	<b>LT</b>	Lituanie	<b>SK</b>	Slovaquie
<b>AT</b>	Autriche	<b>FR</b>	France	<b>LU</b>	Luxembourg	<b>SN</b>	Sénégal
<b>AU</b>	Australie	<b>GA</b>	Gabon	<b>LV</b>	Lettonie	<b>SZ</b>	Swaziland
<b>AZ</b>	Azerbaïdjan	<b>GB</b>	Royaume-Uni	<b>MC</b>	Monaco	<b>TD</b>	Tchad
<b>BA</b>	Bosnie-Herzégovine	<b>GE</b>	Géorgie	<b>MD</b>	République de Moldova	<b>TG</b>	Togo
<b>BB</b>	Barbade	<b>GH</b>	Ghana	<b>MG</b>	Madagascar	<b>TJ</b>	Tadjikistan
<b>BE</b>	Belgique	<b>GN</b>	Guinée	<b>MK</b>	Ex-République yougoslave de Macédoine	<b>TM</b>	Turkménistan
<b>BF</b>	Burkina Faso	<b>GR</b>	Grèce	<b>ML</b>	Mali	<b>TR</b>	Turquie
<b>BG</b>	Bulgarie	<b>HU</b>	Hongrie	<b>MN</b>	Mongolie	<b>TT</b>	Trinité-et-Tobago
<b>BJ</b>	Bénin	<b>IE</b>	Irlande	<b>MR</b>	Mauritanie	<b>UA</b>	Ukraine
<b>BR</b>	Brésil	<b>IL</b>	Israël	<b>MW</b>	Malawi	<b>UG</b>	Ouganda
<b>BY</b>	Bélarus	<b>IS</b>	Islande	<b>MX</b>	Mexique	<b>US</b>	Etats-Unis d'Amérique
<b>CA</b>	Canada	<b>IT</b>	Italie	<b>NE</b>	Niger	<b>UZ</b>	Ouzbékistan
<b>CF</b>	République centrafricaine	<b>JP</b>	Japon	<b>NL</b>	Pays-Bas	<b>VN</b>	Viet Nam
<b>CG</b>	Congo	<b>KE</b>	Kenya	<b>NO</b>	Norvège	<b>YU</b>	Yougoslavie
<b>CH</b>	Suisse	<b>KG</b>	Kirghizistan	<b>NZ</b>	Nouvelle-Zélande	<b>ZW</b>	Zimbabwe
<b>CI</b>	Côte d'Ivoire	<b>KP</b>	République populaire démocratique de Corée	<b>PL</b>	Pologne		
<b>CM</b>	Cameroun	<b>KR</b>	République de Corée	<b>PT</b>	Portugal		
<b>CN</b>	Chine	<b>KZ</b>	Kazakstan	<b>RO</b>	Roumanie		
<b>CU</b>	Cuba	<b>LC</b>	Sainte-Lucie	<b>RU</b>	Fédération de Russie		
<b>CZ</b>	République tchèque	<b>LI</b>	Liechtenstein	<b>SD</b>	Soudan		
<b>DE</b>	Allemagne	<b>LK</b>	Sri Lanka	<b>SE</b>	Suède		
<b>DK</b>	Danemark	<b>LR</b>	Libéria	<b>SG</b>	Singapour		
<b>EE</b>	Estonie						

- 1 -

**Echangeur de chaleur, et faisceau d'échange  
de chaleur, ainsi que procédés de soudage et  
de réalisation s'y rapportant**

5

DESCRIPTION

La présente invention concerne un faisceau d'échange de chaleur destiné à constituer la partie thermiquement active d'un échangeur de chaleur.

La présente invention concerne aussi un procédé  
10 pour souder ensemble deux tôles au moyen de cordons de soudure.

La présente invention concerne également un procédé pour réaliser un module bi-plaques élémentaire pour un faisceau d'échange de chaleur.

15 La présente invention concerne encore un échangeur de chaleur incorporant le faisceau d'échange de chaleur.

On peut schématiquement distinguer deux catégories d'échangeurs industriels:

- 20 - les échangeurs à tubes et calandre,  
- les échangeurs à plaques.

Les échangeurs à tubes et calandre sont les plus répandus aujourd'hui. Ils consistent en un faisceau de tubes parallèles dans lesquels circule un premier  
25 fluide d'échange, et en des moyens pour faire circuler le second fluide d'échange plusieurs fois de suite transversalement à travers des régions du faisceau qui sont successivement plus proches de l'entrée du premier fluide. Ces échangeurs sont  
30 universellement connus, et leur emploi depuis plus d'un siècle dans l'industrie à démontré leur fiabilité. Les méthodes de fabrication sont elles aussi connues, et accessibles à d'innombrables sociétés dans le monde. Ils sont relativement faciles

- 2 -

à nettoyer, ce qui permet de les utiliser avec des fluides encrassants.

Ils sont par contre lourds et encombrants ce qui grève leur coût d'installation.

5 Du point de vue de l'échange thermique, le profil défini par l'intérieur des tubes est le profil présentant les meilleures performances thermiques et hydrodynamiques. En effet, le rapport coefficient d'échange/perte de charge est meilleur que n'importe  
10 quel autre profil, pour des vitesses de circulation élevées, et des fluides ayant une faible viscosité (cas général des gaz).

Malheureusement, ces remarquables performances sont contrebalancées par une médiocre efficacité en  
15 ce qui concerne le fluide circulant à l'extérieur des tubes. Celui-ci doit effectuer de nombreux changements de direction tout au long de son passage dans l'échangeur, afin de transformer son circuit transversal au sens de l'écoulement dans les tubes en  
20 une circulation en "pseudo" contre-courant. Lesdits changements de sens engendrent des pertes de charge importantes sans amélioration de l'échange thermique, et créent des zones mortes où la circulation du fluide est quasi-nulle, ce qui diminue d'une manière  
25 importante la surface servant effectivement à l'échange thermique.

De ce fait, les performances thermiques et hydrauliques des échangeurs à tubes et calandre sont globalement relativement modestes.

30 Les échangeurs à plaques sont apparus plus récemment sur le marché de l'échangeur (après la seconde guerre mondiale). Ils ont fait une percée importante notamment dans le secteur de l'agro-alimentaire, sous la forme d'un assemblage de  
35 plaques, rendu étanche par des joints souples, qui

- 3 -

permet un démontage aisé, et un nettoyage rapide. Cette propriété permet en effet de résoudre les problèmes de contamination bactérienne, très présents en agro-alimentaire.

5        Que ce soit sous la forme d'échangeurs à plaques et joints, ou sous la forme d'échangeurs à plaques soudées, ils sont plus légers que les échangeurs à tubes et calandre, et particulièrement compacts. Cette compacité provient généralement du faible  
10 espace entre deux plaques consécutives, qui conduit à un diamètre hydraulique lui aussi très faible. On sait en effet que, à performances égales, la longueur d'un échangeur est proportionnelle à son diamètre hydraulique: plus ce dernier est faible, plus la  
15 longueur de l'échangeur sera petite.

      Pour des raisons principalement mécaniques, les plaques ont le plus souvent des ondulations en zigzag ("herring bones") consistant en des parties droites de quelques centimètres, suivies d'un  
20 changement de direction, comme l'illustre le GB-A-798 535.

      Ce profil est particulièrement performant lorsque les vitesses de circulation sont faibles, et que la viscosité des fluides est relativement importante  
25 (cas des liquides).

      Par contre, ce profil est moins bien adapté thermiquement au cas des gaz.

      L'idéal serait de pouvoir réaliser un échangeur alliant à la fois les propriétés de compacité et de  
30 légèreté des échangeurs à plaques, et les bonnes performances thermiques et hydrauliques du profil tubulaire intérieur.

      Le US-A-4 029 146 propose des échangeurs de chaleur constitués par des plaques à ondulations  
35 rectilignes longitudinales assemblées deux par deux

- 4 -

pour former des modules individuels définissant à leur intérieur des conduits longitudinaux dans lesquels circule un premier fluide d'échange. Ces modules sont groupés en un faisceau. Le second fluide

5 circule dans des intervalles ménagés par des cales entre les modules. Le trajet du second fluide est peu approprié, que ce soit du point de vue des échanges thermiques ou de celui des pertes de charge.

Le JP-A-58 128 236 décrit un procédé pour

10 fabriquer un module thermique par soudage et hydroformage. Pour cela, on soude deux tôles métalliques l'une à l'autre selon des lignes longitudinales parallèles entre elles ainsi que par un cordon de soudure périphérique interrompu en deux

15 angles opposés du module pour l'entrée et la sortie du fluide. On introduit ensuite entre les deux tôles un fluide sous pression qui déforme la structure par gonflement entre les cordons de soudure de manière à définir d'une part des canaux longitudinaux entre les

20 cordons longitudinaux et d'autre part des collecteurs d'extrémité le long des côtés transversaux, à chaque extrémité des canaux longitudinaux. Pour maîtriser le gonflement du module lors de la phase d'hydroformage, on place le module entre deux surfaces fixes qui

25 limitent l'expansion du module dans le sens de l'épaisseur. Un tel module pose des problèmes de réalisation et d'efficacité en fonctionnement. L'une des constatations qui est à la base de la présente invention est que l'hydroformage ne donne des

30 résultats industriellement acceptables que si les formes que l'on cherche à obtenir correspondent à des modes de déformation compatibles entre eux, d'une région à l'autre de la pièce. En particulier, la pièce ne peut pas gonfler sans que sa largeur globale

35 diminue. Or les parties transversales de la soudure

- 5 -

périphérique du JP-A-58 128 236 constituent un renfort qui s'oppose à une telle déformation, au moins dans les zones proches des extrémités des canaux longitudinaux. De même, les collecteurs transversaux prennent lors de l'hydroformage un profil général tubulaire qui se comporte également comme un puissant raidisseur transversal. En outre, les entrées et sorties de fluide par les angles du module conduisent à une répartition inévitabile du fluide dans les différents conduits longitudinaux.

La réalisation de cordons de soudure longitudinaux pose des problème car les tôles tendent à se déformer et se décoller l'une de l'autre pendant le soudage sous l'effet des contraintes thermiques. Ceci est vrai même avec le procédé de soudage au laser, bien qu'il mette en oeuvre une moins grande densité d'énergie.

Certes, le FR-A-2 685 462 propose de limiter le soudage du module à des points de contact répartis sur la surface. Mais la structure ainsi obtenue est peu efficace sur le plan hydrodynamique et thermique. Le procédé indiqué pour aménager en platine les extrémités du faisceau, par la formation de rebords coudés sur chaque tôle, est complexe. Le pliage de zones non-planes de la tôle pose des problèmes de réalisation.

Le but de la présente invention est ainsi de proposer un faisceau d'échange, un échangeur de chaleur et des procédés de réalisation qui permettent de réaliser un échangeur de chaleur qui soit optimisé sur le plan des échanges fluidiques et thermiques sans entraîner de difficultés particulières pour sa réalisation industrielle.

Suivant un premier aspect de l'invention, le faisceau d'échange de chaleur comprenant:

- 6 -

- 5 - des modules comprenant chacun deux tôles soudées au laser selon des lignes longitudinales définissant entre elles des premiers passages, de forme sensiblement tubulaire, pour un premier fluide d'échange;
- 10 - des moyens de positionnement, pour positionner les modules les uns par rapport aux autres de façon à définir entre les modules des seconds passages pour un second fluide d'échange;

est caractérisé par des moyens répartiteurs, pour répartir de manière sensiblement équitable et/ou symétrique l'écoulement de l'un au moins des premier et second fluides entre tous les passages correspondants.

15 Avantageusement, les moyens répartiteurs comprennent, à l'une au moins des extrémités de chaque module, une zone de transition qui définit pour le premier fluide un premier passage de transition, ayant selon la largeur du module une dimension progressivement rétrécie depuis la zone ondulée où se trouvent les lignes longitudinales de soudure au laser jusqu'à une extrémité ouverte du module.

25 Cette zone de transition a un double rôle. En fonctionnement, elle permet une répartition équitable du premier fluide dans les conduits longitudinaux de chaque module. Lors de la fabrication, elle permet une transition entre la zone des conduits  
30 longitudinaux où la largeur des modules est nettement réduite par rapport à la largeur initiale des tôles à l'emplacement considéré, et l'extrémité des modules où la largeur de ceux-ci peut être très voisine de la largeur initiale des tôles à l'emplacement considéré.



- 7 -

Il est très avantageux de prévoir dans le passage de transition, des points de contact soudés entre les deux tôles. Ces points permettent de mieux maîtriser la déformation des tôles pendant le formage et en particulier la variation de leur largeur totale en  
5 chaque point de la longueur de la zone de transition, et favorise d'autre part la bonne répartition du fluide entre les conduits longitudinaux.

Les moyens répartiteurs peuvent encore  
10 comprendre, à l'une au moins des extrémités des modules :

une plaque d'extrémité, appartenant également aux moyens de positionnement, traversée par des ouvertures dans chacune desquelles est fixée de  
15 manière étanche un orifice terminal de l'un respectif des modules ; et

une boîte de raccordement, fixée à la plaque de façon que l'intérieur de la boîte communique avec les premiers passages à travers les ouvertures de la  
20 plaque.

Cette plaque ne pose pas de difficultés particulières de mise en place. Les orifices terminaux des modules donnent accès aux passages de transition précédemment discutés. Dans ce cas la  
25 plaque peut avoir dans le sens de la largeur des modules une dimension moindre que les modules, ce qui permet l'accès aux seconds passages, destinés aux seconds fluides, de part et d'autre de la plaque.

La distance entre les lignes de soudage  
30 longitudinales voisines peut être inférieure ou sensiblement égale à 30mm.

Il a été trouvé selon l'invention qu'un tel écartement, étonnamment petit, permet de réaliser dans de bonnes conditions, par soudage au laser et  
35 hydroformage, un module dont les déformations peuvent

- 8 -

être parfaitement maîtrisées pendant la fabrication et qui offre en pratique une bonne résistance mécanique même si les tôles sont très minces et la différence de pression entre les deux fluides est  
5 relativement importante. Le module selon cet aspect de l'invention concilie les impératifs de faisabilité industrielle, de résistance mécanique et de performances hydrauliques et thermiques, donc de légèreté et compacité de l'échangeur de chaleur  
10 résultant.

Selon un autre aspect de l'invention, le procédé pour réunir deux tôles par un cordon de soudure au laser, en particulier pour fabriquer un module d'échange de chaleur pour un faisceau, est  
15 caractérisé en ce qu'on forme la soudure à travers une fenêtre d'un dispositif presseur qui presse les deux tôles en contact mutuel pendant la formation de la soudure.

Pour les cordons de soudure de grande longueur,  
20 une fois un cordon élémentaire terminé, on relâche la pression du dispositif presseur pour libérer les tôles et leur permettre de coulisser par rapport au dispositif presseur jusqu'à une position où l'emplacement d'un cordon élémentaire suivant est  
25 positionné dans la fenêtre. Pour réaliser plusieurs cordons longitudinaux parallèles, on emploie un presseur en forme de peigne comportant plusieurs fenêtres allongées parallèles, à travers lesquelles on forme un cordon élémentaire pour chaque cordon  
30 longitudinal, et ceci pour chaque position des tôles entre deux déplacements.

Le procédé pour fabriquer un module d'échange de chaleur dans lequel on réunit deux tôles par des cordons de soudure longitudinaux parallèles, et par  
35 un cordon de soudure de fermeture au moins partielle

- 9 -

à chaque extrémité, puis on introduit entre les tôles un liquide sous pression pour écarter les tôles l'une de l'autre par hydroformage entre les cordons de soudure, est caractérisé en ce qu'on forme le cordon de soudure de fermeture à distance de l'extrémité des cordons de soudure longitudinaux de manière à faire apparaître un passage de transition entre l'extrémité du module et les conduits longitudinaux qui se forment entre les cordons de soudure longitudinaux.

5

10 Le passage de transition constitue une zone dans laquelle la largeur du module varie entre une valeur relativement peu réduite par rapport à la largeur initiale des tôles à l'extrémité du module, et une valeur plus réduite dans la zone des conduits longitudinaux.

15

Pour réaliser le module, on peut ensuite couper l'ébauche à travers le passage de transition, par exemple par jet d'eau sous pression, pour conserver au moins un passage de transition dans le module terminé.

20

Selon un aspect important de l'invention, pendant l'hydroformage, on place les deux tôles entre des surfaces qui limitent l'expansion du module dans le sens de l'épaisseur, ces surfaces définissant pour le module une épaisseur moindre dans la zone de l'extrémité du module que dans une zone principale couvrant la majeure partie de la longueur du module. On ménage ainsi, entre les modules, au voisinage de l'extrémité de celui-ci, des espaces donnant accès aux seconds passages du faisceau, pour raccorder ceux-ci avec l'extérieur de l'échangeur.

25

30

Suivant un autre de ses aspects, l'invention concerne un échangeur de chaleur incorporant un faisceau selon le premier aspect, dans une gaine dont le volume interne communique avec les seconds

35

- 10 -

passages. Il est préféré qu'en service le fluide baignant le volume intérieur de la gaine et les seconds passages soit celui des deux fluides qui est à la pression la plus basse. En effet, les modules  
5 obtenus par hydroformage ont une meilleure résistance à la pression interne qu'à la pression externe.

D'autres particularités et avantages de l'invention ressortiront encore de la description ci-après, relative à des exemples non-limitatifs.

10 Aux dessins annexés:

- la figure 1 est une vue en perspective partielle d'un module selon l'invention, en cours de fabrication;
- la figure 2 est une vue en plan du module,  
15 avec arrachement central;
- la figure 3 est une vue schématique en perspective d'une étape de soudage dans la fabrication d'un module;
- la figure 4 est une vue en perspective des  
20 presseurs utilisés pendant le soudage ;
- la figure 5 est une vue en plan de l'étape de soudage ;
- la figure 6 est une vue en coupe longitudinale illustrant l'étape  
25 d'hydroformage;
- la figure 7 est un détail de la partie gauche de la figure 6, à échelle agrandie ;
- la figure 8 est une vue partielle en perspective montrant l'étape d'hydroformage;
- la figure 9 est une vue partielle en  
30 perspective montrant l'assemblage des modules en un faisceau ;
- la figure 10 est une vue en plan d'une extrémité d'un mode de réalisation préféré

- 11 -

d'un module utilisable dans le faisceau de la figure 9 ;

- 5 - la figure 11 est une vue en perspective d'une plaque d'extrémité du faisceau de la figure 9;
- la figure 12 est une vue en coupe longitudinale partielle d'un échangeur de chaleur selon l'invention ; et
- 10 - la figure 13 est une vue schématique en perspective montrant la suspension du faisceau sur des barrettes.

Dans l'exemple représenté aux figures 1 et 2, un module d'échange de chaleur est obtenu par soudage laser de deux tôles métalliques 1 et 2. Comme  
15 représenté par deux traits mixtes longitudinaux 52 à la figure 2, la forme initiale des tôles est rectangulaire dans une zone centrale 8, puis se rétrécit en trapèze dans chacune de deux zones d'extrémité 9, qui présentent des découpes latérales  
20 53.

La largeur des tôles 1 et 2 peut aller par exemple de 50 à 800 mm. La longueur des tôles n'est limitée que par la dimension des moyens disponibles pour limiter l'expansion en épaisseur pendant  
25 l'hydroformage comme il sera dit plus loin. En pratique, des tôles de 10 m et plus sont possibles. L'épaisseur des tôles peut aller de 0,5 à 1 mm. Elle est donc très faible, pour des raisons d'ordre mécanique et économique ainsi que thermique.

30 Le soudage comporte au moins un cordon périphérique 3 présentant une interruption 4 formant orifice au milieu de l'une des extrémités longitudinales des tôles. Le soudage au laser est encore effectué selon des cordons longitudinaux 6  
35 parallèles aux bords longitudinaux 7 des tôles 1 et 2

- 12 -

et qui s'étendent sur toute la zone centrale 8 des tôles, couvrant la majeure partie de la longueur des tôles à l'exception des deux zones d'extrémité 9, adjacentes chacune à l'une des extrémités longitudinales des tôles. Chaque extrémité des cordons de soudure 6 est renforcée par un point de soudage 11 constitué en pratique par un cordon circulaire ou ovoïde de faible diamètre. Dans la zone centrale, le cordon périphérique 3, présente des segments longitudinaux 12 parallèles et sensiblement de même longueur que les cordons longitudinaux 6. Dans chaque zone d'extrémité 9, le cordon périphérique 3 définit une zone de transition 13 dont la dimension mesurée parallèlement à la largeur des tôles 1 et 2 diminue progressivement depuis l'extrémité des cordons longitudinaux 6 jusqu'à l'interruption 4. La zone de transition 13 présente dans l'exemple représenté la forme de deux trapèzes successifs, l'un faiblement convergent adjacent aux cordons longitudinaux 6 et l'autre plus fortement convergent allant jusqu'à l'interruption 4. Dans la zone de transition 13, les deux tôles sont réunies l'une à l'autre par des points de soudure au laser 14 réalisés sous la forme de cordons circulaires ou ovoïdes.

Chaque zone de transition 13 se compose d'une région sans points de soudure 71, adjacente à l'interruption 4, d'une région à points de soudure rapprochés 72 adjacente aux extrémités 11 des cordons de soudure longitudinaux 6, et d'une région 74 située entre les deux précédentes relativement à la longueur des tôles.

Dans la région à points rapprochés 72, les points obéissent à une disposition en quinconce à laquelle appartiennent également des points de soudure 11

- 13 -

formés aux extrémités des cordons longitudinaux 6. Chaque cordon 6 a donc une longueur différente de ses voisins.

5 Dans la région 74, les points de soudure sont également disposés en quinconce, mais avec plus d'espace entre eux. Les lignes en trait mixte 76, 77, 78, qui seront décrites en détail plus loin, visualisent respectivement la séparation entre les régions 71 et 74, la séparation entre les régions 74  
10 et 72, et une ligne passant sensiblement par toutes les extrémités 11 des cordons 6.

Pour obtenir, lors de l'hydroformage qui va suivre, des conduits aussi proches que possible du profil tubulaire, entre les cordons de soudure  
15 longitudinaux 6, la distance entre deux cordons longitudinaux successifs 6 doit être réduite. Il importe également, pour obtenir une bonne compacité de l'échangeur, que le diamètre des quasi-tubes ainsi formés soit le plus faible possible, sans quoi  
20 l'intérêt économique disparaît très rapidement. Une distance comprise entre 15 et 30mm entre les cordons de soudure longitudinaux 6 adjacents s'est avérée avantageuse, mais cette valeur n'est pas limitative.

On va maintenant décrire en référence aux figures  
25 3 à 5 un procédé de soudage qui permet d'éviter le gauchissement des tôles sous l'effet de la contrainte thermique de soudage, de manière à éviter d'une part le décollement mutuel des tôles pendant le soudage et d'autre part l'obtention de modules présentant des  
30 défauts de planéité.

Pour réaliser les cordons de soudure longitudinaux 6, on utilise deux presseurs 16, 17 (figures 3 et 4) en forme de plaque, entre lesquels peuvent défiler les deux tôles 1 et 2 placées en  
35 superposition. Les presseurs 16 et 17 sont soumis à

- 14 -

l'action sélective de traverses presseuses 18 elles-mêmes actionnées par une presse. Quand la presse est activée, les deux presseurs 16 et 17 compriment fortement les tôles 1 et 2 l'une contre l'autre en empêchant tout écartement mutuel entre elles. Quand les presseurs 16 et 17 sont relâchés, d'autres presseurs 20, situés à distance des presseurs 16, 17, se serrent sur les deux tôles 1 et 2 puis se déplacent selon la flèche 97 pour faire avancer les tôles 1 et 2 sur une distance prédéterminée entre les plaques 16 et 17. Puis les "autres" presseurs 20 se desserrent et reviennent dans la position représentée. Les deux plaques 16 et 17 définissent entre elles une fente 19 dont la largeur correspond sensiblement à celle des tôles 1 et 2. Lorsque les tôles 1 et 2 avancent entre les presseurs 16 et 17, ces derniers se positionnent automatiquement en direction latérale par rapport aux tôles 1 et 2. Les presseurs 16 et 17 sont par contre empêchés de suivre longitudinalement les tôles 1 et 2 grâce à une butée 21 (figure 4) solidaire du bâti de la machine à souder.

Les presseurs 16 et 17 ont la configuration d'un peigne, c'est-à-dire qu'ils présentent pour chaque cordon de soudure longitudinal 6 à réaliser, une fenêtre allongée 22 ou 24. Il y a donc une série de fenêtres supérieures 22 parallèles et une série de fenêtres inférieures 24 parallèles, correspondantes. A des fins de simplification, seules trois fenêtres 22 ont été représentées à la figure 3 et sept à la figure 5, mais ces fenêtres peuvent être plus nombreuses. Chaque fenêtre 22 ou 24 laisse apparaître la tôle 1 ou 2 correspondante dans la région où une partie d'un cordon de soudure respectif 6 est à réaliser.



- 15 -

Chaque fois que les tôles 1 et 2 s'arrêtent, un cordon élémentaire 23 est formé à travers chaque fenêtre supérieure 22, soit par une tête unique parcourant longitudinalement chaque fenêtre  
5 supérieure 22 l'une après l'autre, soit par une tête multiple capable de souder à travers plusieurs fenêtres 22 à la fois. Une fois les cordons élémentaires 23 réalisés à travers les fenêtres 22, les tôles 1 et 2 se déplacent d'une longueur  
10 correspondant à un cordon élémentaire 23. Les fenêtres inférieures 24 servent à éviter que la soudure laser réalise en même temps un soudage entre les tôles 1, 2 et le presseur inférieur 17.

De manière non représentée, le cordon  
15 périphérique 3 et les points de soudure 11, 14 peuvent être réalisés en suivant une procédure analogue, au moyen d'un presseur muni de fenêtre(s) formées et positionnées de manière appropriée. Par exemple, pour la zone de transition, les fenêtres  
20 peuvent consister en des orifices ayant la disposition relative correspondant à celle voulue pour un groupe de points de soudure.

On va maintenant décrire en référence aux figures 6 à 8 l'étape de l'hydroformage du module. Pour cela,  
25 on place l'ébauche constituée par les deux plaques soudées, entre deux surfaces 26 et 27 présentant entre elles un écartement bien déterminé qui correspond à l'épaisseur voulue pour le module dans la zone centrale 8. Les surfaces 26 et 27 ont une  
30 dimension suffisante pour couvrir complètement la zone centrale 8 de l'ébauche. Des surfaces 28 et 29 plus rapprochées l'une de l'autre définissent entre elles l'épaisseur plus réduite voulue pour les zones d'extrémité 9 de l'ébauche. Dans l'exemple  
35 représenté, les surfaces 28 et 29 sont définies par

- 16 -

des cales 31 placées contre les surfaces 26 et 27, lesquelles s'étendent également sur les zones d'extrémité 9. A la figure 8, la surface supérieure 26 a été omise dans un but de clarté. On injecte ensuite un liquide sous pression, par exemple de l'eau, sous une pression de par exemple 4 à 17 MPa, par l'une au moins des interruptions 4 du cordon de soudure 3, l'autre extrémité pouvant être obturée ou servir d'autre point d'injection du liquide. Le liquide provoque le gonflement de l'ébauche par écartement des deux tôles l'une par rapport à l'autre entre les cordons de soudure et entre les points de soudure. L'ébauche prend alors une première épaisseur  $e_1$  relativement grande dans la zone centrale 8, une deuxième épaisseur  $e_2$  plus faible dans les régions 71 et 74 des zones d'extrémité 9, et une troisième épaisseur  $e_3$  encore plus faible dans la région 72. L'épaisseur  $e_1$  correspond sensiblement à l'écartement entre les faces 26 et 27. L'épaisseur  $e_2$  correspond sensiblement à l'écartement entre les faces 28 et 29 des cales 31. L'épaisseur  $e_3$  résulte du grand nombre de points de soudure dans la région 72, ou au besoin d'une surépaisseur prévue sur une partie des cales 31.

Comme l'illustre la figure 1, l'hydroformage fait apparaître des conduits longitudinaux 32 entre les cordons de soudure longitudinaux 6 et, comme cela est illustré par un arrachement, un passage de transition 33 dans la zone de transition 13. Le passage 33 fait communiquer les conduits longitudinaux 32 avec l'ouverture 4. Les deux tôles forment de part et d'autre de la zone de transition 13 des oreilles 34 dans lesquelles on forme par découpage des encoches ou échancrures 36 représentées en pointillés à la figure 1. A la figure 9, certaines des oreilles 34

- 17 -

ont été omises pour simplifier le dessin. Les échancrures des oreilles qui se trouvent en position supérieure doivent servir à la suspension des modules dans l'échangeur comme il sera dit plus loin.

5           On va maintenant décrire en référence aux figures 9 à 11 l'assemblage des modules pour former un faisceau. On commence par couper et éliminer une bande d'extrémité 38 à chaque extrémité de l'ébauche, selon une ligne de coupe 39 (figures 1 et 2)  
10       traversant la région 71 de la zone de transition 13 non loin de l'interruption 4. On forme ainsi, à la place de l'interruption 4, un orifice terminal 40 du module, qui communique avec les conduits longitudinaux 32 par l'intermédiaire du passage de  
15       transition 33.

          La figure 2 fait ressortir que chaque région à points rapprochés 72 a une forme d'arc de cercle autour du centre 45 de l'orifice terminal 40 (la référence 40 n'est pas portée à la figure 2), et  
20       s'étend jusqu'à chaque bord latéral de la zone de transition 13. La ligne 78 passant par les extrémités 11 des cordons de soudure longitudinaux 6 a également la forme d'un arc de cercle autour du centre 45. Toutefois, cet arc de cercle présente des extrémités  
25       79 recourbées en direction opposée à l'orifice terminal 40. Ceci s'est avéré favorable pour éviter une difficulté d'alimentation des conduits longitudinaux 32a adjacents aux deux bords longitudinaux du module. Grâce aux dispositions en  
30       arc de cercle de la région 72 et de la ligne 78, le premier fluide rencontre, en service, à peu près la même résistance à l'écoulement ou perte de charge dans son trajet entre l'orifice terminal et chaque conduit longitudinal 32, car la distance est la même  
35       ainsi que le nombre de points de soudure rencontrés.

- 18 -

La vitesse d'écoulement est à peu près la même tout le long de ce trajet car la section transversale de la région 74 est à peu près la même que la section transversale de la région 72, moins épaisse mais plus  
5 large.

Une fois éliminées les bandes 38 par coupe en 39, effectuée de préférence au jet hydraulique sous pression, on emboîte les orifices terminaux 40 dans des ouvertures de forme correspondante 41 d'une  
10 plaque d'extrémité 42 (figures 9 et 11) qui est commune à tous les modules du faisceau à réaliser et qui présente, parallèlement à la largeur des modules, une dimension 43 inférieure à la largeur des modules. Les orifices terminaux 40 sont soudés, comme illustré  
15 à la figure 9, dans les ouvertures 41, de manière à fixer les modules dans une position où ils sont en contact ou quasi-contact les uns avec les autres par les crêtes extérieures des ondulations de la zone centrale 8, maintenant ondulée par la formation des canaux 32. Ainsi, un premier fluide d'échange,  
20 symbolisé par la flèche 44 à la figure 9 peut pénétrer dans les passages intérieurs de chaque module par les extrémités ouvertes 40 des modules, à travers les ouvertures 41 de la plaque 42. Un second  
25 fluide d'échange peut pénétrer dans les seconds canaux également de forme générale tubulaire sensiblement axiale, qui sont formés entre les creux d'ondulation des modules adjacents et entre les lignes de contact ou quasi-contact 98 (figure 9).  
30 Pour cela le second fluide passe de chaque côté de la plaque 42, grâce à la dimension 43 réduite de celle-ci, et entre les régions à points rapprochés 72 des zones de transition 13 des modules adjacents, grâce à leur épaisseur réduite, comme cela est symbolisé dans  
35 le sens sortant par les flèches 46. On voit que les

- 19 -

flèches 46 sont sensiblement axiales. Les régions 72 forment donc entre elles des seconds passages de transition qui débouchent latéralement de chaque côté du faisceau et communiquent avec les seconds canaux.

5 Les figures 12 et 13 illustrent un échangeur selon l'invention comprenant une gaine 59 dont le profil rectangulaire correspond à celui du faisceau et qui ceinture étroitement le faisceau sur toute sa longueur. Le faisceau est suspendu avec les canaux 32  
10 orientés verticalement. Au sommet de la gaine 59 sont fixées par soudage deux barrettes opposées 61 (voir aussi figure 13) qui font saillie vers l'intérieur de la gaine et sont engagées dans les échancrures 36 des oreilles 34 des modules pour supporter les modules,  
15 et par conséquent le faisceau, par suspension résultant de l'appui des épaulements 62 formant l'extrémité supérieure des échancrures 36 contre la face supérieure des barrettes 61. Une boîte de raccordement 68 raccordée à un conduit de  
20 raccordement 69 pour le premier fluide, est soudée de manière étanche, par son pourtour ouvert, avec le pourtour de la plaque 42 pour faire communiquer les orifices terminaux des modules avec le conduit de raccordement 69.

25 La boîte de raccordement 68 a une forme générale semi-cylindrique par rapport à laquelle la plaque 42 s'étend sensiblement selon un plan axial. Une seconde boîte de raccordement 91 de forme semi-cylindrique sensiblement coaxiale à la boîte 68 mais avec un plus  
30 grand diamètre est fixée au bord supérieur de la gaine 59 et à la face supérieure des barrettes 61 pour fermer l'extrémité de la gaine 59. Toutefois, un conduit de raccordement 92 fait communiquer la boîte de raccordement 91 avec l'extérieur de l'échangeur

- 20 -

pour la circulation du second fluide selon les flèches 93.

Le conduit de raccordement 69 traverse de manière étanche la paroi de la boîte de raccordement 91.

5 L'extrémité inférieure de l'échangeur peut avoir une structure semblable à celle qui vient d'être décrite excepté qu'il n'y a pas nécessairement de barrettes 61.

10 L'ensemble représenté à la figure 14 peut constituer un échangeur, ou être logé dans une enceinte résistant à la pression. L'enceinte comprend des tubulures de circulation des fluides, qui sont raccordées aux conduits de raccordement 69, 92 par exemple par des soufflets de dilatation. Il est alors  
15 préféré selon l'invention que l'intérieur de l'enceinte communique avec le trajet de celui des deux fluides qui est à la plus basse pression et que ce fluide soit celui passant entre les modules. Dans ce cas, la boîte de raccordement extérieure du bas  
20 peut être supprimée pour établir la communication entre le circuit basse pression aval et l'intérieur de l'enceinte.

On remarque dans la région 74 (figure 2) de la zone de transition une soudure de renfort annulaire  
25 94 alignée avec chaque extrémité du futur orifice terminal 40 du module. Les soudures 94 renforcent chaque module à l'égard de la concentration de contrainte en traction à laquelle on peut s'attendre dans cette zone en raison de la surpression qui tend  
30 à arracher les modules relativement à la plaque d'extrémité 42. La figure 1 montre qu'on a réservé entre chaque soudure de renfort 94 et le bord de la zone de transition un conduit de vidange 96 pour éviter toute rétention de liquide dans cette zone si

- 21 -

l'échangeur doit être vidé pour une opération de nettoyage, d'entretien etc.

- 22 -

REVENDICATIONS

1. Faisceau d'échange de chaleur comprenant:
- des modules comprenant chacun deux tôles (1, 2) soudées au laser selon des lignes longitudinales (6) définissant entre elles des premiers passages (32), de forme sensiblement tubulaire, pour un premier fluide d'échange;
  - des moyens de positionnement (42), pour positionner les modules les uns par rapport aux autres de façon à définir entre les modules des seconds passages pour un second fluide d'échange;
- caractérisé par des moyens répartiteurs (33, 42, 72), pour répartir de manière sensiblement équitable et/ou symétrique l'écoulement de l'un au moins des premier et second fluides entre tous les passages correspondants (32).
2. Faisceau selon la revendication 1, caractérisé en ce que les modules sont positionnés de façon que les crêtes externes des ondulations des modules voisins soient sensiblement en contact mutuel.
3. Faisceau d'échange de chaleur selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les moyens répartiteurs comprennent à l'une au moins des extrémités de chaque module une zone de transition (13) qui définit pour le premier fluide un premier passage de transition (33).
4. Faisceau d'échange de chaleur comprenant des modules comprenant chacun deux tôles (1,2) soudées selon des lignes longitudinales (6) définissant entre elles des premiers passages (32), de forme sensiblement tubulaire, pour un premier fluide d'échange, ces modules étant positionnés les uns par



- 23 -

rapport aux autres de façon à définir entre les modules des seconds passages pour un second fluide d'échange, le faisceau comprenant des moyens répartiteurs (42, 72) pour répartir le premier fluide  
5 dans les premiers passages (32) et le second fluide dans les seconds passages, caractérisé en ce que les modules sont positionnés de façon que les crêtes externes des ondulations des modules voisins soient sensiblement en contact mutuel, en ce que les modules  
10 comprennent à l'une au moins des extrémités du faisceau une zone de transition (13) par laquelle les premiers passages (32) communiquent avec un orifice terminal (40) du module, et en ce que les zones de transition (13) des modules voisins forment entre  
15 elles, en tant que moyens répartiteurs pour le second fluide, des seconds passages de transition (46) par lesquels des seconds passages sensiblement tubulaires, formés pour le second fluide entre les lignes de contact ou quasi-contact (98) des crêtes  
20 extérieures des ondulations des modules adjacents, communiquent entre eux et avec l'extérieur du faisceau.

5. Faisceau d'échange selon la revendication 3 ou 4, caractérisé en ce que le premier passage de  
25 transition (33) est agencé pour que la perte de charge soit sensiblement la même entre un orifice terminal (40) du module et chaque premier passage sensiblement tubulaire (32).

6. Faisceau d'échange selon l'une des  
30 revendications 3 à 5, caractérisé en ce que les modules sont moins épais dans une partie au moins (72) de la zone de transition (13) que dans la zone ondulée définissant les premiers passages tubulaires, de façon à définir pour le second fluide, entre les  
35 zones de transition (13) des modules adjacents, des

- 24 -

seconds passages de transition débouchant de chaque côté du faisceau.

7. Faisceau d'échange de chaleur selon l'une des revendications 3 à 5, caractérisé en ce que la zone de transition (13) comprend une région terminale (74) adjacente à l'orifice terminal (40) et une région intermédiaire (72) disposée entre la région terminale (74) et la zone ondulée, et en ce que cette région intermédiaire (72) est moins épaisse que ladite région terminale (74) et que la zone ondulée, de façon à définir entre les régions intermédiaires (72) des modules adjacents, des seconds passages de transition pour le second fluide.

8. Faisceau d'échange de chaleur selon l'une des revendications 3 à 7, caractérisé en ce que la zone de transition (13) de chaque module est définie par une poche entre les deux tôles du module, et en ce que la poche communique avec les premiers passages sensiblement tubulaires.

9. Faisceau d'échange selon l'une des revendications 3 à 8, caractérisé en ce que le premier passage de transition (33) a selon la largeur du module une dimension progressivement rétrécie depuis la zone ondulée où se trouvent les lignes longitudinales de soudure au laser (6) jusqu'à l'orifice terminal (40) du module.

10. Faisceau d'échange selon la revendication 8 ou 9, caractérisé par des points de soudure (14) entre les deux tôles (1, 2) dans la zone de transition (33).

11. Faisceau d'échange selon la revendication 10, caractérisé en ce que les points de soudure (14) sont répartis en une région à points de soudure espacés (74) au voisinage de l'orifice terminal (40) et une région à points de soudure rapprochés (72) entre la

- 25 -

région à points de soudure espacés (74) et les premiers passages (32).

12. Faisceau d'échange selon la revendication 11, caractérisé en ce que la région à points de soudure rapprochés (72) a une forme générale arquée autour du centre (45) de l'orifice terminal (40), et les extrémités (73) des cordons de soudure définissant les passages sensiblement tubulaires sont répartis selon une ligne (78) arquée autour du centre (45) de l'orifice terminal (40).

13. Faisceau d'échange de chaleur selon la revendication 11 ou 12, caractérisé en ce que l'épaisseur (e3) du module est moindre dans la région à points de soudure rapprochés (72) que dans la zone des passages sensiblement tubulaires, de façon à définir pour le second fluide des seconds passages de transition entre les régions à points de soudure rapprochés (72) des modules adjacents.

14. Faisceau d'échange de chaleur selon l'une des revendications 10 à 13, caractérisé en ce que les points de soudure sont répartis selon une disposition en quinconce à laquelle appartiennent les extrémités (73) des lignes de soudure longitudinales.

15. Faisceau d'échange de chaleur selon l'une des revendications 3 à 13, caractérisé en ce que les extrémités (73) des lignes de soudure longitudinales appartiennent à une disposition en quinconce.

16. Faisceau d'échange de chaleur selon l'une des revendications 3 à 15, caractérisé en ce que la zone de transition est délimitée du côté opposé à l'orifice terminal (40), par les extrémités (73) des lignes de soudure longitudinales disposées selon une ligne (78) arquée autour du centre (45) de l'orifice terminal.

- 26 -

17. Faisceau d'échange de chaleur selon la revendication 16, caractérisé en ce que la ligne arquée (78) présente des extrémités (79) coudées en direction opposée à l'orifice terminal (40).

5 18. Faisceau d'échange de chaleur selon l'une des revendications 1 à 17, caractérisé en ce que les moyens répartiteurs comprennent, à l'une au moins des extrémités des modules:

10 - une plaque d'extrémité (42), appartenant également aux moyens de positionnement, traversée par des ouvertures (41) dans chacune desquelles est fixée de manière étanche un orifice terminal (40) de l'un respectif des modules;

15 - une boîte de raccordement (68), fixée à la plaque de façon que l'intérieur de la boîte communique avec les premiers passages à travers les ouvertures de la plaque.

20 19. Faisceau selon la revendication 18, caractérisé en ce que les deux tôles de chaque module sont réunies par des soudures de renforcement (94) sensiblement alignées avec les extrémités longitudinales de l'orifice terminal (40) du module.

25 20. Faisceau d'échange de chaleur selon la revendication 19, caractérisé en ce qu'un canal de vidange (96) est formé entre chaque soudure de renforcement (94) et un bord de l'espace intérieur du module.

30 21. Faisceau selon l'une des revendications 18 à 20, caractérisé en ce que la plaque d'extrémité (42) a parallèlement à la largeur des modules une dimension (43) plus faible que la largeur des modules, pour laisser libre de chaque côté de la plaque un trajet d'accès du second fluide aux seconds passages.  
35

- 27 -

22. Faisceau d'échange selon l'une des revendications 1 à 21, caractérisé en ce qu'à l'une au moins des extrémités de chaque module les tôles (1, 2) forment des oreilles (34) de suspension des modules de chaque côté du passage de transition (33).

23. Faisceau d'échange de chaleur selon la revendication 22, caractérisé en ce que les oreilles forment un épaulement (62) destiné à reposer sur une barrette support (61) pour la suspension du module avec les conduits longitudinaux (32) orientés verticalement.

24. Faisceau d'échange de chaleur selon l'une des revendications 1 à 23, caractérisé en ce que la distance entre les lignes longitudinales voisines est inférieure ou sensiblement égale à 30mm.

25. Procédé pour réunir deux tôles par un cordon de soudure au laser, pour fabriquer un module d'échange de chaleur pour un faisceau selon l'une des revendications 1 à 24, caractérisé en ce qu'on forme la soudure à travers une fenêtre (22) d'un dispositif presseur qui presse les deux tôles (1, 2) en contact mutuel pendant la formation de la soudure.

26. Procédé selon la revendication 25, caractérisé en ce qu'on forme de façon quasi-simultanée plusieurs cordons de soudure élémentaires parallèles, destinés à faire partie de plusieurs lignes de soudure parallèles.

27. Procédé selon la revendication 26, caractérisé en ce que la distance entre les cordons de soudure est inférieure ou sensiblement égale à 30mm.

28. Procédé selon la revendication 26 ou 27, caractérisé en ce que la fenêtre (22) appartient à un presseur mobile (16) qui se positionne relativement au bord des tôles (1, 2), et en ce que le dispositif

- 28 -

5 presseur comprend en outre des moyens d'application d'effort (18) qui appliquent un effort de pressage sur le presseur (16) pendant la formation des cordons élémentaires (23, 24) et relâchent l'effort de pressage pendant que les tôles (1, 2) défilent par rapport au presseur (17) pour placer face à la fenêtre (22) l'emplacement d'un autre cordon élémentaire (23) à réaliser.

10 29. Procédé selon l'une des revendications 26 à 28, caractérisé en ce que le presseur (16) est un peigne définissant plusieurs fenêtres allongées parallèles (22) pour réaliser dans chaque position des tôles (1, 2) par rapport au presseur (16) plusieurs cordons élémentaires (23) parallèles  
15 destinés à faire partie de plusieurs lignes longitudinales de soudure parallèles (6) reliant les deux tôles (1, 2).

20 30. Procédé pour fabriquer un module d'échange de chaleur, en particulier pour un faisceau d'échange de chaleur selon l'une des revendications 1 à 24, dans lequel on réunit deux tôles (1, 2) par des cordons de soudure longitudinaux parallèles (6), et par un cordon de soudure (3) de fermeture au moins partielle  
25 (1, 2) un liquide sous pression pour écarter les tôles l'une de l'autre, par hydroformage, entre les cordons de soudure, caractérisé en ce qu'on forme le cordon de soudure de fermeture à distance de l'extrémité des cordons de soudure longitudinaux de  
30 manière à faire apparaître un passage de transition (33) entre l'extrémité du module et les conduits longitudinaux (32) qui se forment entre les cordons de soudures longitudinaux (6).

35 31. Procédé selon la revendication 30, caractérisé en ce qu'on donne au passage de

- 29 -

transition (33) une forme qui se rétrécit, dans le sens de la largeur des tôles, depuis les cordons de soudure longitudinaux (6) vers l'extrémité du module.

32. Procédé selon la revendication 30 ou 31, caractérisé en ce qu'on soude les deux tôles (1, 2) l'une avec l'autre par points (14) dans le passage de transition (33).

33. Procédé selon la revendication 32, caractérisé en ce qu'après l'hydroformage on coupe l'extrémité du faisceau selon une ligne (39) écartée des points de soudure (14) de façon à définir un orifice terminal (40) du module.

34. Procédé selon l'une des revendications 30 à 33, caractérisé en ce qu'après l'hydroformage on coupe l'extrémité du faisceau de façon à définir un orifice terminal (40) du module à distance de l'extrémité des cordons de soudure longitudinaux (6).

35. Procédé selon l'une des revendications 30 à 34, caractérisé en ce que pendant l'hydroformage, on place les deux tôles (1, 2) entre des surfaces (26, 27, 28, 29) qui limitent l'expansion du module dans le sens de l'épaisseur, ces surfaces définissant pour le module une épaisseur moindre dans une zone (9) de l'extrémité du module que dans une zone centrale (8) couvrant la majeure partie de la longueur du module.

36. Procédé selon la revendication 35, caractérisé en ce que pour définir ladite épaisseur moindre, on place une cale (31) contre l'une au moins des surfaces (26, 27) définissant entre elles l'épaisseur maximale permise à la zone centrale (8).

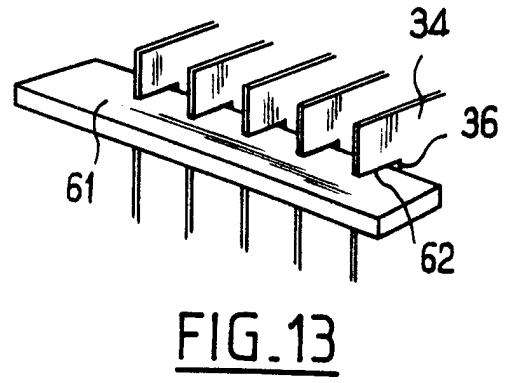
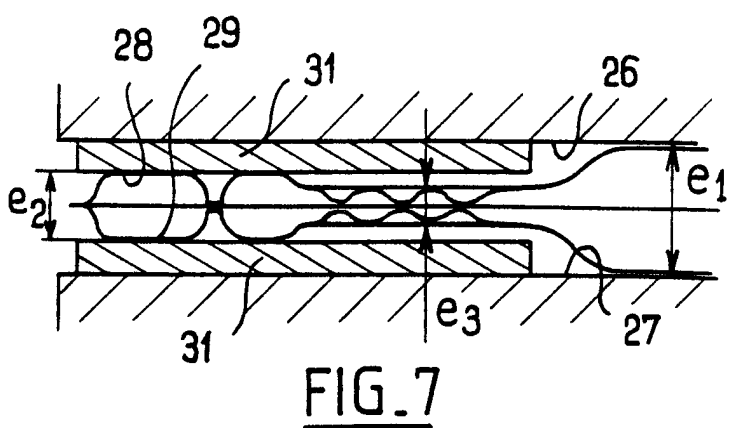
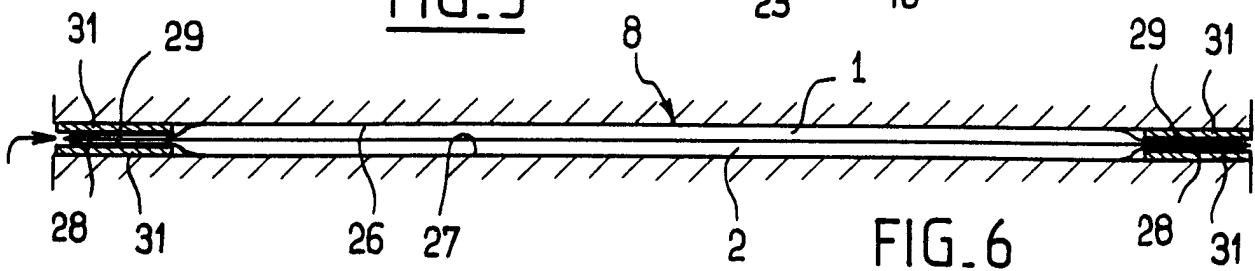
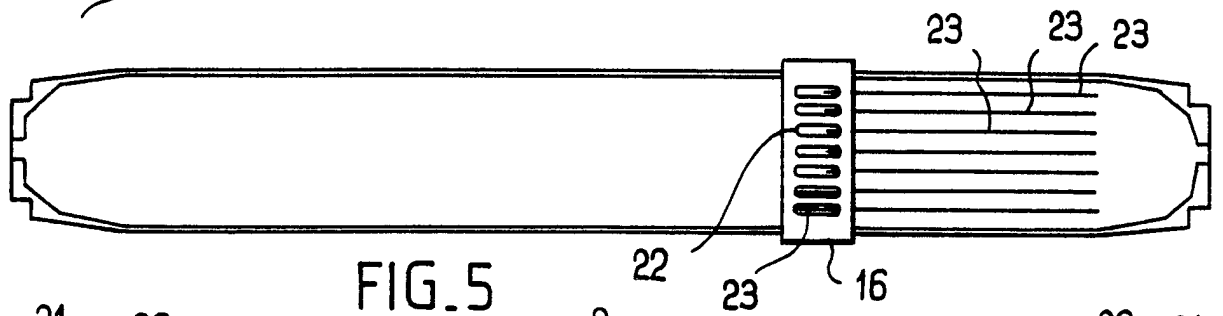
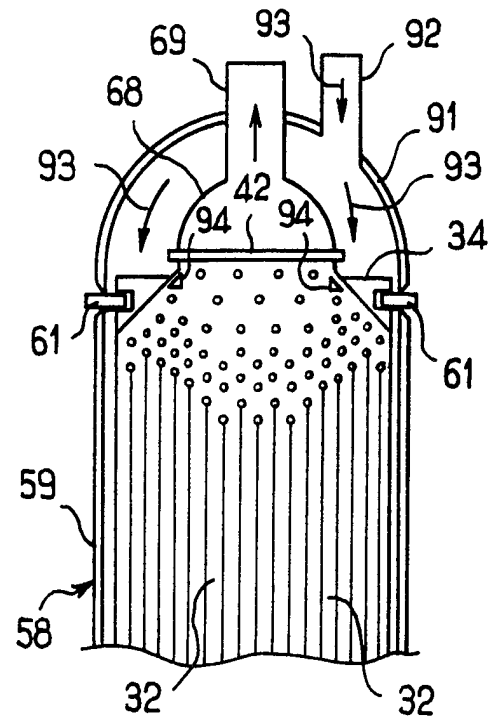
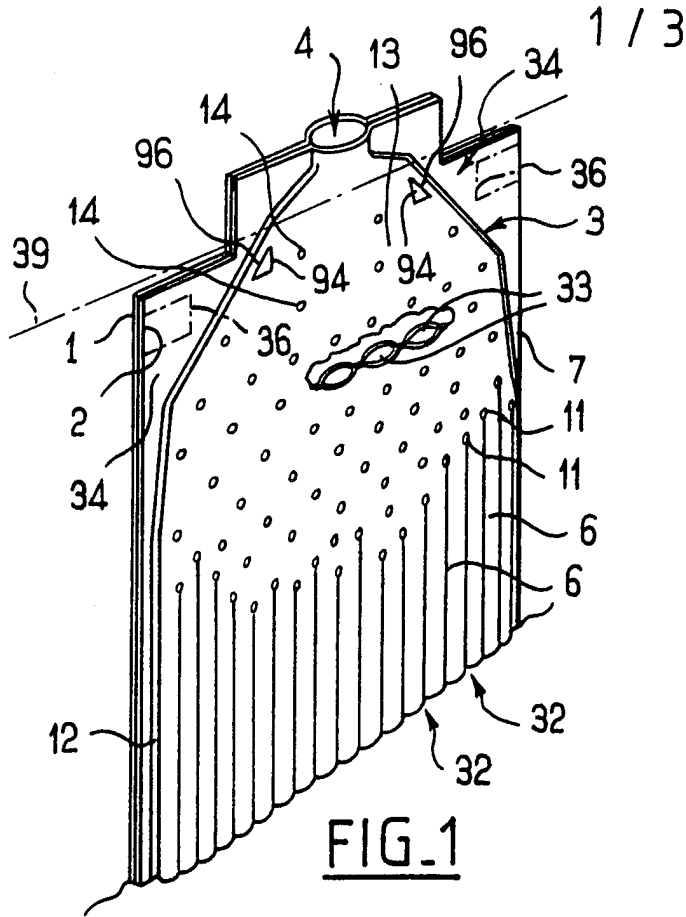
37. Echangeur de chaleur comprenant un faisceau selon l'une des revendications 1 à 24 dans une gaine (59) dont le volume intérieur communique avec les seconds passages.

- 30 -

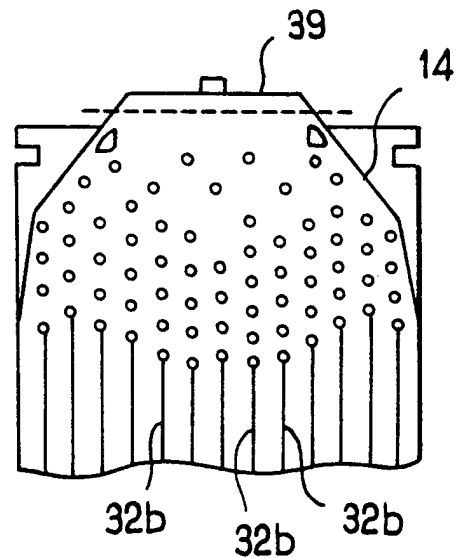
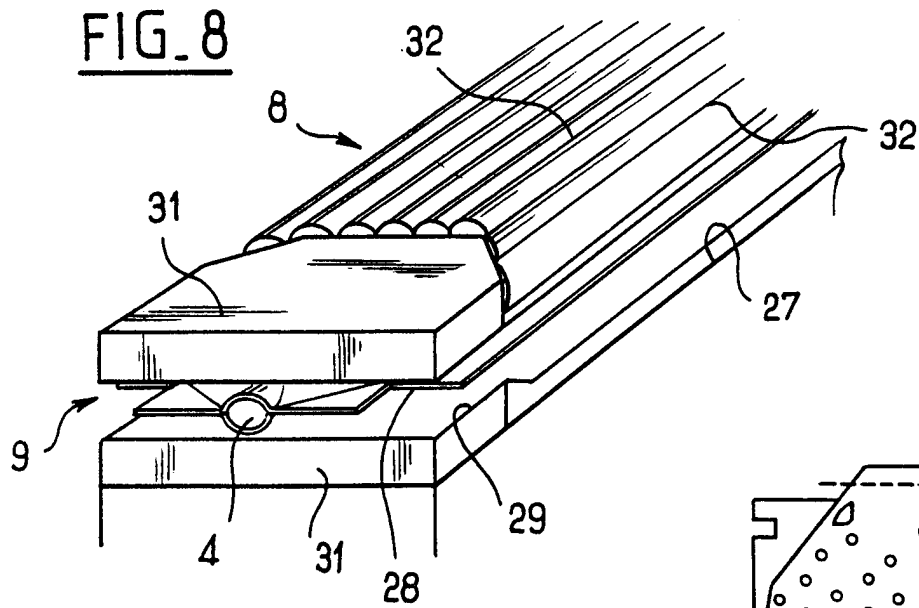
38. Echangeur selon la revendication 37, caractérisé en ce que le fluide baignant le volume intérieur et les seconds passages est celui des deux fluides qui est à la pression la plus basse.

5 39. Echangeur selon la revendication 37 ou 38, caractérisé en ce que les conduits longitudinaux (32) sont orientés verticalement et la gaine est solidaire de supports (61) faisant saillie vers l'intérieur pour s'engager sous des épaulements (62) définis sur  
10 des oreilles latérales (34) des modules du faisceau.

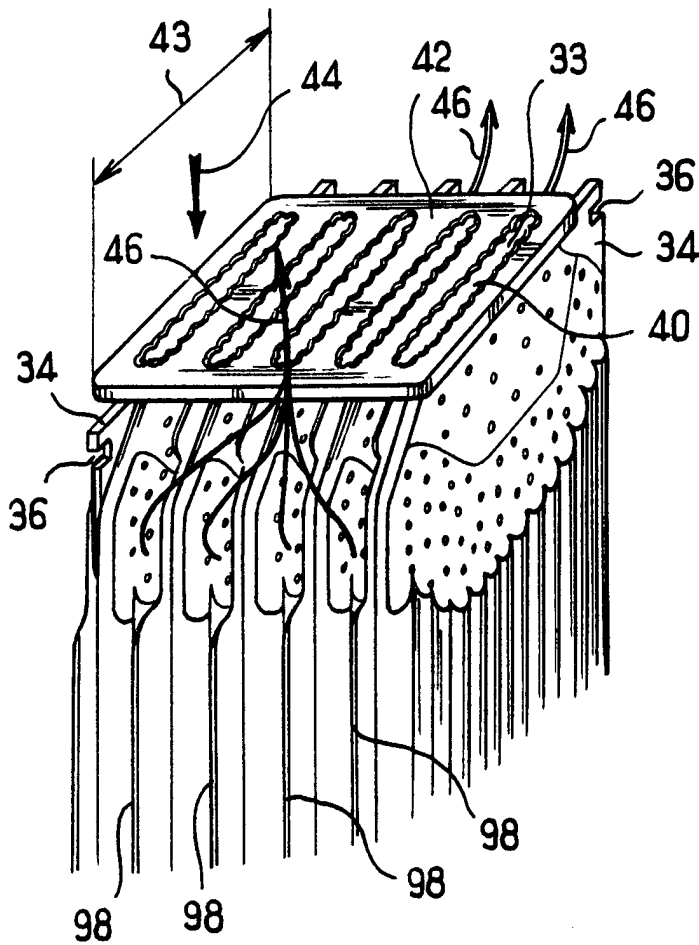




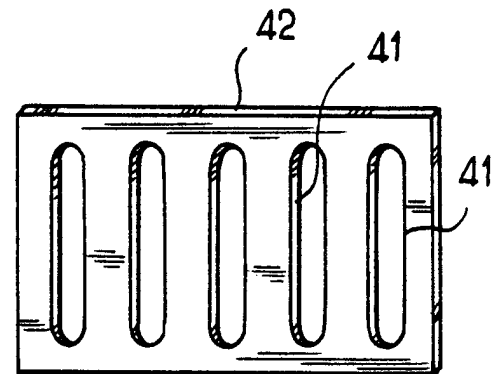




**FIG. 10**



**FIG. 9**



**FIG. 11**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter:  National Application No

PCT/FR 97/01803

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 IPC 6 F28D9/00 B23K26/10

According to International Patent Classification(IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 F28F F28D B23K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR 2 680 566 A (PACKINOX SA) 26 February 1993 see the whole document ---	1,2,4, 18,37
A	EP 0 460 872 A (ROLLS ROYCE PLC ;ROLLS ROYCE & ASS (GB)) 11 December 1991 see column 9, line 22 - column 11, line 26; figures 4A,B,C ---	1,3,4,16
A	US 4 665 975 A (JOHNSTON ANTHONY M) 19 May 1987 see column 4, line 66 - column 7, line 32; figures 1-4 --- -/--	1,3-5

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 February 1998

Date of mailing of the international search report

10/02/1998

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Van Dooren, M

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 97/01803

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 007, no. 240 (M-251), 25 October 1983 & JP 58 128236 A (RIKEN KK), 30 July 1983, cited in the application see abstract <p style="text-align: center;">----</p>	1, 4, 25, 30
A	EP 0 472 850 A (FMC CORP) 4 March 1992 see abstract; figure 4 <p style="text-align: center;">-----</p>	25-29

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/FR 97/01803

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2680566 A	26-02-93	AT 133781 T	15-02-96
		DE 69208072 D	14-03-96
		DE 69208072 T	02-10-96
		EP 0553340 A	04-08-93
		WO 9304330 A	04-03-93
		JP 7500898 T	26-01-95
EP 0460872 A	11-12-91	AU 638132 B	17-06-93
		AU 7818791 A	12-12-91
		JP 2018614 C	19-02-96
		JP 4227481 A	17-08-92
		JP 7058158 B	21-06-95
		US 5287918 A	22-02-94
US 4665975 A	19-05-87	AU 568940 B	14-01-88
		AU 4454985 A	30-01-86
		GB 2162302 A,B	29-01-86
		JP 1752531 C	08-04-93
		JP 4039000 B	26-06-92
		JP 61062795 A	31-03-86
EP 0472850 A	04-03-92	US 5049720 A	17-09-91

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dem : Internationale No  
PCT/FR 97/01803

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
CIB 6 F28D9/00 B23K26/10

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)  
CIB 6 F28F F28D B23K

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	FR 2 680 566 A (PACKINOX SA) 26 février 1993 voir le document en entier ---	1,2,4, 18,37
A	EP 0 460 872 A (ROLLS ROYCE PLC ; ROLLS ROYCE & ASS (GB)) 11 décembre 1991 voir colonne 9, ligne 22 - colonne 11, ligne 26; figures 4A,B,C ---	1,3,4,16
A	US 4 665 975 A (JOHNSTON ANTHONY M) 19 mai 1987 voir colonne 4, ligne 66 - colonne 7, ligne 32; figures 1-4 --- -/--	1,3-5

Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

° Catégories spéciales de documents cités:

- "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- "&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée <b>3 février 1998</b>	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale <b>10/02/1998</b>
--	---

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Fonctionnaire autorisé <b>Van Dooren, M</b>
---	--

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dem. Internationale No

PCT/FR 97/01803

## C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 007, no. 240 (M-251), 25 octobre 1983 & JP 58 128236 A (RIKEN KK), 30 juillet 1983, cité dans la demande voir abrégé	1, 4, 25, 30
A	--- EP 0 472 850 A (FMC CORP) 4 mars 1992 voir abrégé; figure 4 -----	25-29



# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Dem: Internationale No

PCT/FR 97/01803

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2680566 A	26-02-93	AT 133781 T	15-02-96
		DE 69208072 D	14-03-96
		DE 69208072 T	02-10-96
		EP 0553340 A	04-08-93
		WO 9304330 A	04-03-93
		JP 7500898 T	26-01-95
-----			
EP 0460872 A	11-12-91	AU 638132 B	17-06-93
		AU 7818791 A	12-12-91
		JP 2018614 C	19-02-96
		JP 4227481 A	17-08-92
		JP 7058158 B	21-06-95
		US 5287918 A	22-02-94
-----			
US 4665975 A	19-05-87	AU 568940 B	14-01-88
		AU 4454985 A	30-01-86
		GB 2162302 A,B	29-01-86
		JP 1752531 C	08-04-93
		JP 4039000 B	26-06-92
		JP 61062795 A	31-03-86
-----			
EP 0472850 A	04-03-92	US 5049720 A	17-09-91
-----			