

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
30 septembre 2021 (30.09.2021)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2021/190879 A1

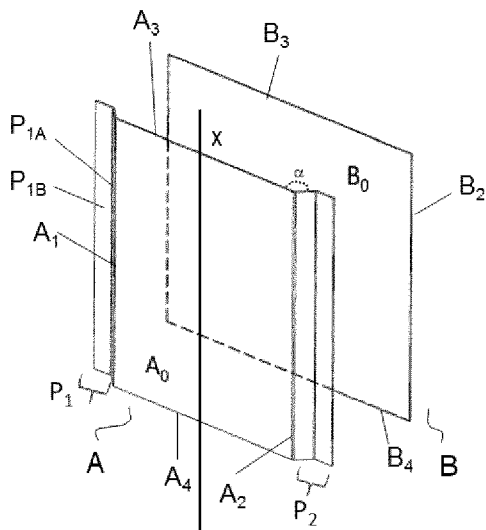
- (51) Classification internationale des brevets :
F28D 9/00 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2021/055206
- (22) Date de dépôt international :
02 mars 2021 (02.03.2021)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
FR2002999 26 mars 2020 (26.03.2020) FR
- (71) Déposant : AXENS [FR/FR] ; 89 Bd Franklin Roosevelt,
92500 RUEIL-MALMAISON (FR).
- (72) Inventeur : NEEFS, Henricus ; 89 Bd Franklin Roosevelt,
92500 RUEIL-MALMAISON (FR).
- (74) Mandataire : IFP ENERGIES NOUVELLES ; Département propriété industrielle, Rond Point de l'échangeur de
Solaize, BP 3, 69360 SOLAIZE (FR).

- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.
- (84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(54) Title: PLATE HEAT EXCHANGER

(54) Titre : ÉCHANGEUR DE CHALEUR À PLAQUES

Figure 1a



(57) Abstract: The present invention relates to a pair of heat exchanger (AB) plates (A, B) comprising a first heat exchanger plate (A) and a second heat exchanger plate (B), arranged opposite each other and spaced apart from each other so as to define an inner volume capable of forming a channel for the flow of a first fluid (F₁), and each comprising a central panel (A₀, B₀). The central panels are quadrilateral or quadrilateral with optionally truncated, cut or rounded corners, and are planar and parallel to each other. Two opposing sides of the central panel (A₀) of the first plate (A) are inclined with respect to the central panel (A₀) in the direction of the second plate (B) and form first junction panels (P₁, P₂) urged to be in contact with the two corresponding opposing planar edges of the central panel (B₀) of the second plate (B).

(57) Abrégé : La présente invention concerne une paire de plaques (A, B) d'échangeur de chaleur (AB) comprenant une première plaque (A) et une deuxième plaque (B) d'échangeur de chaleur, disposées en vis-à-vis et espacées l'une de l'autre de manière à définir un volume interne apte à former un canal pour l'écoulement d'un premier fluide (F₁), et comprenant chacune un panneau central (A₀, B₀). Lesdits panneaux centraux sont quadrilatéraux ou quadrilatéraux avec éventuellement des bords tronqués, coupés ou arrondis, et sont plans et parallèles entre eux. Deux côtés opposés du panneau central (A₀) de la première plaque (A) sont inclinés par rapport audit panneau central (A₀) en direction de la deuxième plaque (B) et forment des premiers panneaux de jonction (P₁, P₂) venant en contact avec les deux bords opposés correspondants plans du panneau central (B₀) de la deuxième plaque (B).



WO 2021/190879 A1

Publiée:

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

Echangeur de chaleur à plaques

Domaine technique

L'invention concerne le domaine des échangeurs de chaleur à plaques, utilisés notamment
5 pour l'échange de chaleur entre deux gaz, mais également entre deux liquides ou entre un
liquide et un gaz.

Les échangeurs de chaleur particulièrement intéressants pour l'invention sont les
échangeurs gaz-gaz qui fonctionnent avec de grands ou de petits volumes d'écoulement à
10 des pressions relativement basses, par exemple de 0,01 à 1,5 MPa. Ils peuvent être utilisés
par exemple sous forme de préchauffeurs d'air pour des fours ou peuvent faire partie
d'installations de réduction des NOx (dispositifs « DeNOx »).

Les échangeurs de chaleur ont pour fonction de mettre en œuvre un échange thermique
15 entre un fluide à haute température et un fluide à basse température sans les mélanger. Les
échangeurs de chaleur à plaques ont de bonnes performances thermiques grâce à leur
grande surface d'échange, tout en étant compacts.

Les échangeurs de chaleur à plaques récupèrent la chaleur en disposant une pluralité de
20 plaques empilées parallèlement les unes aux autres à intervalles prédéterminés. Lesdites
plaques sont espacées de telle sorte que l'espace entre deux plaques adjacentes forme un
canal à travers lequel peut s'écouler un fluide. Un fluide à haute température et un fluide à
basse température sont fournis en alternance aux canaux successifs de manière à effectuer
25 un transfert thermique entre le fluide à haute température et le fluide à basse température
par le biais de chaque plaque.

Technique antérieure

Le brevet EP165179B1 décrit un échangeur de chaleur à plaques dont les canaux sont
définis par l'espace inclus entre des plaques quadrilatérales pressées. Lesdites plaques
30 pressées comprennent deux paires de bords opposés recourbés à 90° dans des directions
opposées : une paire vers le haut et une paire vers le bas si l'on considère les plaques dans
un plan horizontal. Les plaques pressées sont montées symétriquement et sont associées

les unes aux autres par soudage de leurs bords verticaux. Dans un tel échangeur de chaleur, l'entrée et la sortie de chaque canal sont identiques.

5 La demande de brevet US2010/0006274A1 décrit un échangeur de chaleur à plaques constitué de plaques quadrilatérales ayant au moins deux bords opposés recourbés par rapport à la surface de transfert thermique. Les canaux de fluide sont définis par l'espace entre une paire de plaques identiques qui sont positionnées en étant une image en miroir l'une par rapport à l'autre. Par conséquent, les deux bords recourbés d'une plaque sont en contact avec les deux bords recourbés de la plaque symétrique. Ainsi, les plaques sont
10 recourbées sur au moins deux bords opposés.

On connaît aussi de la demande de brevet FR 2 806 469 des échangeurs à plaques, où chacune des plaques présente des rebords sur chacun de ses quatre côtés : si on considère une de ces plaques selon un plan horizontal, deux de ses rebords opposés s'étendant vers
15 le haut permettant la jonction de la plaque avec une plaque supérieure, et les deux autres rebords opposés s'étendant vers le bas permettant la jonction de ladite plaque avec une plaque inférieure. Les jonctions entre plaques adjacentes se font par soudure entre leurs rebords respectifs.

20 L'invention a pour objet de fournir un échangeur de chaleur à plaques amélioré, notamment avec une conception de plaques garantissant un nombre réduit d'opérations de fabrication et/ou un temps de fabrication réduit, et notamment, de plus, sans affecter la performance du transfert thermique opéré par l'échangeur ou sa robustesse.

25 **Résumé de l'invention**

L'invention a tout d'abord pour objet une paire de plaques d'échangeur de chaleur comprenant une première plaque et une deuxième plaque d'échangeur de chaleur, disposées en vis-à-vis et espacées l'une de l'autre de manière à définir un volume interne apte à former un canal pour l'écoulement d'un premier fluide, et comprenant chacune un
30 panneau central. Lesdits panneaux centraux sont plans et parallèles entre eux. Deux côtés opposés du panneau central de la première plaque sont inclinés par rapport audit panneau central en direction de la deuxième plaque (vers l'intérieur de la paire de plaques une fois les deux plaques assemblées en paire) et forment des premiers panneaux de jonction venant en contact avec les deux bords opposés correspondants plans du panneau central de la

deuxième plaque. Avantageusement, au moins un des panneaux centraux, notamment tous les, panneaux centraux, sont quadrilatéraux ou quadrilatéraux avec des bords tronqués, coupés ou arrondis.

5 On précise qu'un bord « plan » au sens de l'invention est à comprendre avec son acception habituelle, à savoir que le bord est entièrement plan, d'une extrémité à l'autre du côté de la plaque en question, et cela jusqu'au bord opposé. Un bord « plan » au sens de l'invention ne comprend donc pas de portion qui ne le serait pas, et, qui, par exemple serait inclinée par rapport au panneau central (le panneau central, comme détaillé plus loin peut être entièrement plan ou présenter des reliefs, comme des cannelures ou des excroissances, par rapport à un plan médian). Un bord « plan » au sens de l'invention est dépourvu de panneau de jonction au sens de l'invention. Il prolonge le panneau central sans modification angulaire avec lui.

15 On vient donc assembler en paires, selon l'invention, deux types de plaques différentes, l'une portant sur deux de ses bords opposés des panneaux de jonction dont les bords correspondants de l'autre plaque sont dépourvus. Par rapport à des paires de plaques déjà connues, celles selon l'invention sont produites avec un nombre réduit d'opérations, dans la mesure où on peut obtenir, par pliage notamment, les premiers panneaux de jonction sur une des plaques en une ou deux opérations seulement, et qu'on peut ensuite directement faire l'assemblage avec l'autre plaque qui peut être utilisée telle quelle et rester plane, sans

20 nécessiter donc aucune étape préalable de conformation/pliage.

De préférence, les deux plaques de la paire de plaques sont différentes géométriquement l'une de l'autre. Elles ne sont pas identiques, elles sont avantageusement dépourvues de symétrie l'une par rapport à l'autre : elles ne sont pas, de préférence, « miroirs » ou symétriques l'une de l'autre par rapport à un plan, un axe ou un point. Et c'est une

25 caractéristique très innovante de choisir de différencier ainsi géométriquement les plaques à assembler en paire.

De préférence, les premiers panneaux de jonction sont symétriques l'un de l'autre par rapport à un axe contenu dans le plan du panneau central et passant par les milieux des deux autres côtés non pourvus de ces premiers panneaux de jonctions, appelé par la suite

30 « premier axe médian ».

Lesdits premiers panneaux de jonction permettent de relier la première plaque à la deuxième plaque, en les solidarissant l'une à l'autre, par exemple par soudure.

L'espace entre la première et la deuxième plaque d'échangeur de chaleur forme un premier canal pour recevoir un premier fluide.

A noter que la fabrication/conformation des plaques peut aussi comporter une étape de découpe/pliage des coins desdites plaques.

5 La paire de plaques selon l'invention présente des performances de transfert thermique de même niveau que des paires de plaques conventionnelles, où les bords des plaques destinés à être assemblés sont tous les deux conformés/pliés pour être soudés/solidarisés mécaniquement. A noter que leur robustesse mécanique est également maintenue au même niveau.

10 Selon un mode de réalisation, au moins un des, notamment tous les, premiers panneaux de jonction du panneau central de la première plaque comprend une première partie s'étendant depuis le panneau central et une deuxième partie s'étendant depuis ladite première partie, ladite première partie formant un angle α avec le panneau central et ladite deuxième partie étant parallèle audit panneau central. C'est une configuration très avantageuse, car on peut
15 ainsi fixer la deuxième partie du panneau, une surface plane, à un bord également plan et qui lui est parallèle, de l'autre plaque : une fixation du type soudure s'en trouve notamment facilitée.

A noter que les panneaux de jonction, en particulier les deux parties de ces panneaux de jonction, peuvent être obtenu(e)s par pliage(s) de la plaque, et que l'inclinaison du panneau
20 de jonction, notamment de la première partie quand il comporte deux parties, ne signifie pas nécessairement un angle parfait au niveau du pliage : l'intersection entre le plan du panneau central et celui du panneau de jonction peut former un angle arrondi / une zone de transition courbe. Il en est de même entre la première partie et la deuxième partie du panneau de jonction quand celui-ci en comporte deux : la deuxième partie peut prolonger la première
25 avec une zone de transition courbe entre l'une et l'autre.

Avantageusement, l'angle α entre la première partie du premier panneau de jonction et le panneau central est d'au moins 45° , préférablement d'au moins 60° , notamment compris entre 80 et 110° , de préférence au voisinage de 90° .

De fait, la largeur de la première partie du panneau de jonction et son angle d'inclinaison α
30 par rapport au panneau central définissent l'espacement entre les deux plaques A,B : par exemple, pour un même angle, plus la première partie du panneau de jonction sera large, et plus l'espace entre les deux plaques sera important. Le panneau de jonction vient ainsi, de

par son dimensionnement et son positionnement par rapport au panneau central, déterminer seul la hauteur du volume dans lequel un des fluides va s'écouler, une fois l'échangeur constitué d'une ou plusieurs de ces paires, à taille de plaque donnée.

5 Selon une première variante, les deux autres côtés opposés du panneau central de la première plaque (ceux qui ne sont pas munis des premiers panneaux de jonction) sont inclinés par rapport audit panneau central dans la direction opposée aux premiers panneaux de jonction (s'étendant vers l'extérieur de l'ensemble constitué de la paire de plaques donc) et forment des deuxièmes panneaux de jonction, notamment afin de venir en contact avec les bords opposés plans correspondants du panneau central d'une troisième plaque. Ici, la
10 troisième plaque peut faire partie d'une autre paire de plaques destinée à être assemblée à la paire de plaques déjà décrite, afin de constituer un échangeur comprenant un empilement de plusieurs paires de plaques. Dans ce cas, cette troisième plaque peut être de conformation identique à la deuxième plaque, et, notamment, être comme elle plane, dépourvue de panneaux de jonction sur ses bords : les deuxièmes panneaux de jonction
15 viennent se fixer, par exemple par soudure, à deux bords plans de cette troisième plaque.

De préférence, lesdits deuxièmes panneaux de jonction du deuxième panneau central sont symétriques l'un de l'autre par rapport à un axe contenu dans le plan de leur panneau central et passant par les milieux des deux autres côtés, appelé par la suite « deuxième axe médian »

20 Avantageusement, au moins un, notamment tous les, deuxièmes panneaux de jonction du panneau central de la première plaque comprend une première partie s'étendant depuis le panneau central et une deuxième partie s'étendant depuis ladite première partie, ladite première partie formant un angle β avec le panneau central et ladite deuxième partie étant parallèle audit panneau central.

25 Ces deuxièmes panneaux de jonction peuvent donc être de conformation analogue aux premiers panneaux de jonction, en une ou deux parties donc. Ils vont permettre, sur le même principe, de par leur dimensionnement et leur inclinaison par rapport au panneau central, de définir un espacement donné entre la première plaque et la troisième plaque, et définir donc seul la hauteur du volume dans lequel un autre fluide va s'écouler (généralement de
30 composition et/ou de caractéristiques type température différentes), une fois l'échangeur constitué de plusieurs de ces paires, à taille de plaque donnée.

De préférence, le dimensionnement et/ou l'inclinaison des premiers et deuxièmes panneaux de jonction est effectivement choisi différent, le volume dédié à l'écoulement des deux fluides étant différent.

Avantageusement, l'angle β entre la première partie des deuxièmes panneaux de jonction et le panneau central est d'au moins 45° , préférablement d'au moins 60° , notamment compris entre 80 et 110° .

Selon une deuxième variante, les deux autres côtés opposés du panneau central de la deuxième plaque sont inclinés par rapport audit panneau central dans la même direction que les premiers panneaux de jonction (orientés donc vers l'extérieur de l'ensemble constitué par la paire de plaques considérée donc) et forment des troisièmes panneaux de jonction, notamment en vue de venir en contact avec les bords opposés correspondants du panneau central d'une quatrième plaque. Dans cette configuration, la deuxième plaque de la première paire de plaques assure la jonction avec une autre paire de plaques comprenant cette quatrième plaque et qui lui est adjacente une fois l'échangeur assemblé. Ladite quatrième plaque en question présente des bords correspondant (ceux qui sont destinés à assurer la jonction avec les troisièmes panneaux de jonction) de préférence plans, et elle peut être totalement plane, comme la troisième plaque précédente.

De préférence, lesdits troisièmes panneaux de jonction du deuxième panneau central sont symétriques l'un de l'autre par rapport à un axe contenu dans le plan de leur panneau central et passant par les milieux des deux autres côtés, appelé par la suite « troisième axe médian ».

De préférence un des, notamment tous les, troisièmes panneaux de jonction du panneau central de la deuxième plaque comprend une première partie s'étendant depuis le panneau central et une deuxième partie s'étendant depuis ladite première partie, ladite première partie formant un angle θ avec le panneau central et ladite deuxième partie étant parallèle audit panneau central.

Avantageusement, l'angle θ entre la première partie des troisièmes panneaux de jonction et le panneau central est d'au moins 45° , notamment compris entre 80 et 110° .

De préférence, le dimensionnement et l'inclinaison de ces troisièmes panneaux de jonction sont analogues ou identiques à ceux des deuxièmes panneaux de jonction, car ils déterminent, comme pour les deuxièmes panneaux, l'espacement entre deux paires de plaques conditionnement le volume de l'espace où va s'écouler un autre fluide, une fois

l'échangeur assemblé, à taille de plaque donnée. On peut ainsi avoir des valeurs pour l'angle β identiques aux valeurs précédentes pour l'angle θ .

Selon un exemple de réalisation, les deuxièmes et/ou troisièmes panneaux de jonction sont différents des premiers panneaux de jonction, notamment en largeur et/ou en inclinaison par rapport à leurs panneaux centraux respectifs. En effet, les premiers vont déterminer, comme déjà vu, une hauteur donnée de volume pour l'écoulement d'un premier fluide d'échange thermique, et les deuxièmes/troisièmes une autre hauteur donnée de volume pour l'écoulement d'un autre fluide d'échange thermique (ou d'un fluide identique au premier dans sa composition/température ...).

10 Les premiers et/ou deuxièmes et/ou troisièmes panneaux de jonction, quand ils sont en deux parties, peuvent avoir leurs premières et leurs secondes parties approximativement sous forme d'un Z, avec la seconde partie s'étendant depuis la première en s'éloignant du panneau central. Alternativement, ils peuvent être approximativement en forme de C inversé, avec la seconde partie se repliant au contraire en direction du panneau central.

15 En termes de procédé de fabrication, de préférence les premiers et/ou deuxièmes et/ou troisièmes panneaux de jonction sont obtenus par pliage des bords des panneaux centraux des plaques. Pour chaque plaque, il peut s'agir d'une seule opération de pliage, ou de plusieurs opérations de pliage, notamment deux.

20 L'invention a ainsi également pour objet une paire de plaques telle que décrite plus haut, où les premiers et/ou deuxièmes et/ou troisièmes panneaux de jonction sont obtenus par pliage des bords des panneaux centraux des plaques.

Toujours en termes de procédé, de préférence, les plaques sont assemblées l'une à l'autre par soudure entre un bord plan de l'une des plaques et une partie plane d'un panneau de jonction de l'autre plaque, une fois mis en contact, que ce soit dans une seule paire de plaques, ou entre deux plaques de deux paires de plaques adjacentes.

L'invention a également pour objet un empilement de paires de plaques (A,B) d'échangeur de chaleur comprenant au moins deux paires de plaques successives espacées comme décrit plus haut, désignées par première paire de plaques d'échangeur de chaleur et deuxième paire de plaques d'échangeur de chaleur, dans lequel :

30 - ladite première paire et ladite deuxième paire sont disposées parallèlement l'une à l'autre et en regard l'une de l'autre, l'espace entre les plaques de chaque paire formant un canal pour recevoir un premier écoulement de fluide (F_1),

- l'espace entre la première et la deuxième paire de plaques d'échangeur de chaleur forme un canal pour recevoir un deuxième écoulement de fluide (F_2), ladite deuxième paire étant préférentiellement identique à ladite première paire ou étant une image en miroir de ladite première paire.

5 Selon un mode de réalisation, l'empilement de paires de plaques d'échangeur de chaleur (A, B) comporte deux paires espacées successives qui sont reliées latéralement par des moyens de fermeture, qui comprennent de préférence un barreau latéral, ou une plaque de recouvrement avec un profil en C ou en U, ou une plaque de recouvrement appropriée, plane, par exemple de forme hexagonale ou pentagonale.

10 Selon un mode de réalisation, alternatif ou cumulatif, l'empilement de paires de plaques d'échangeur de chaleur (A, B) comporte deux paires espacées successives qui sont reliées latéralement par des deuxièmes ou des troisièmes panneaux de jonction.

L'invention a également pour objet un échangeur de chaleur à plaques comprenant des paires de plaques d'échangeur de chaleur ou des empilements de paires de plaques d'échangeur de chaleur telles que décrites plus haut, lesdites paires ou empilement de paires étant disposées dans un châssis.

L'invention a également pour objet un procédé de fabrication d'un empilement d'au moins deux paires de plaques d'échangeur de chaleur telles que décrites plus haut, ledit procédé comprenant les étapes suivantes:

20 - préparer au moins quatre plaques comportant chacune un panneau central à quatre côtés,
- d'une part, pour au moins deux desdits panneaux centraux, plier un premier et un deuxième côté opposés de manière à former des premiers panneaux de jonction, lesdits premiers panneaux de jonction comprenant chacun une première partie inclinée par rapport au panneau central, lesdits panneaux de jonction étant de préférence symétriques l'un de
25 l'autre par rapport à un premier axe médian du panneau central ;
- d'autre part, optionnellement, soit plier lesdits troisième et quatrième côtés des au moins deux panneaux centraux dans le sens opposé aux premiers et deuxième panneaux de jonction de manière à former des deuxièmes panneaux de jonction, lesdits deuxièmes panneaux de jonction comprenant une première partie, inclinée par rapport au panneau
30 central, lesdits panneaux de jonction étant de préférence symétriques l'un de l'autre par rapport à un premier axe médian du panneau central ; soit plier lesdits premier et deuxième côtés d'au moins deux des autres panneaux centraux, de manière à former des troisièmes panneaux de jonction, lesdits troisièmes panneaux de jonction comprenant une première

partie, inclinée par rapport à ces deux panneaux centraux, lesdits deuxièmes ou troisièmes panneaux de jonction étant de préférence symétriques l'un de l'autre par rapport à un deuxième axe médian du panneau central ;

5 - disposer les plaques d'échangeur de chaleur en deux piles, à savoir une première pile de plaques identiques entre elles, et une deuxième pile de plaques identiques entre elles et différentes des plaques de la première pile,

10 - constituer au moins deux paires de plaques, à partir d'une plaque provenant de la première pile et d'une autre plaque provenant de la deuxième pile, en fixant les premiers panneaux de jonction d'une des plaques aux bords plans correspondant de l'autre plaque, notamment par soudure, l'espace entre les deux plaques de chaque paire formant un premier canal de fluide,

15 - assembler entre elles au moins deux paires de plaques ainsi constituées, l'espace entre les paires de plaques d'échangeur de chaleur formant un deuxième canal de fluide, notamment par fixation, par exemple par soudure, des deuxièmes ou troisièmes panneaux de jonction d'une plaque d'une paire aux bords plans d'une plaque d'une paire adjacente ou latéralement par des moyens de fermeture.

Dans la description précédente et dans la suite, des modes de réalisation particuliers et/ou préférés de l'invention sont décrits. Ils pourront être mis en œuvre séparément ou combinés entre eux, sans limitation de combinaison lorsque c'est techniquement réalisable.

20 D'autres caractéristiques et avantages apparaîtront à la lecture de la description suivante fournie à titre purement illustratif et non limitatif, qui doit être lue en référence aux figures annexées :

Liste des figures

25 La figure 1a représente deux plaques d'échangeur de chaleur A et B selon un mode de réalisation d'une variante «à une paire de panneaux de jonction».

La figure 1b représente la paire de plaques correspondante selon l'invention lorsque lesdites plaques A et B sont assemblées.

Les figures 2a, 2b représentent deux plaques A et B selon un mode de réalisation d'une variante «à deux paires de panneaux de jonction».

30 La figure 2b représente la paire de plaques selon la figure 2a lorsque lesdites plaques A et B sont assemblées.

La figure 2c représente deux paires de plaques selon la figure 2b, assemblées l'une à l'autre.

La figure 3a représente deux plaques A et B d'une paire de plaques d'échangeur de chaleur selon l'invention dans un autre mode de réalisation de la variante «à deux paires de panneaux de jonction».

5 La figure 3b représente la paire de plaques de la figure 3a lorsque lesdites plaques A et B sont assemblées.

Pour des raisons de clarté, les figures ne représentent pas nécessairement les plaques dans la position spatiale dans laquelle elles peuvent être assemblées, puis selon leur position d'utilisation. Les plaques sont en effet dans l'ensemble des figures, représentées toutes
10 selon un plan vertical. Les figures restent des représentations schématiques, l'ensemble des composants représentés n'est pas forcément à l'échelle, et ont été simplifiés pour en faciliter la lecture.

Description des modes de réalisation

15 Dans l'ensemble du présent texte, les termes « alimentation » ou « entrée » et « sortie » ou « évacuation » et « dans » ou « hors de » sont utilisés en référence au sens d'écoulement des fluides.

Dans l'ensemble du présent texte, le terme « côté » ou « bord » du panneau central est utilisé en référence à la périphérie du panneau central, sur une certaine largeur, par exemple
20 jusqu'à 5 ou 10% de la largeur de la plaque.

Dans l'ensemble du présent texte, le terme « image en miroir » signifie une symétrie par rapport à un plan situé au milieu de l'espace séparant l'objet de son image.

Dans l'ensemble du présent texte, la « face interne » d'une plaque désigne la face tournée en direction de l'autre plaque avec laquelle elle est assemblée en paire, et la « face
25 externe » de cette plaque est la face tournée en direction opposée à l'autre plaque de la paire en question.

L'invention peut être utilisée par exemple pour des échangeurs de chaleur à plaques fonctionnant selon le principe à écoulement croisé (« cross-flow exchanger » selon la terminologie anglo-saxonne) dans lequel les fluides s'écoulant sur les deux faces de chaque
30 plaque sont dirigés sensiblement perpendiculairement l'un à l'autre. L'invention peut également être utilisée pour des échangeurs de chaleur à plaques fonctionnant selon un principe à contre-courant, dans lequel les fluides s'écoulant sur les deux faces de chaque

5 plaque sont dirigés sensiblement dans des directions opposées (« counter-current exchanger » selon la terminologie anglo-saxonne). L'invention peut également être utilisée pour des échangeurs de chaleur à plaques fonctionnant selon un principe d'écoulement en co-courant dans lequel les fluides s'écoulant sur les deux faces de chaque plaque sont dirigés sensiblement dans la même direction. L'invention peut également être utilisée pour des échangeurs de chaleur de type à plaques fonctionnant selon d'autres principes d'écoulement.

10 La direction d'écoulement des fluides est déterminée par la conception des plaques et la façon dont elles sont reliées via les panneaux de jonction. Elle peut être modifiées par des chicanes (« baffles » en anglais) disposées dans certains des canaux d'écoulement du fluide, notamment un canal sur deux. Les chicanes débutent en aval des zones d'admission de fluide entre les plaques, et s'étendent jusqu'à la sortie de fluide. Par exemple, pour un échangeur à co-courant, les baffles permettent, en aval de la zone d'admission du fluide, de modifier une première fois la direction d'écoulement du fluide à sensiblement 90° pour que le fluide s'écoule dans la même direction que le fluide du canal suivant, puis les baffles permettent une deuxième modification de la direction d'écoulement du fluide à 90° pour que le fluide s'écoule dans la direction de la zone de sortie du canal.

15 L'invention est particulièrement adaptée pour l'échange thermique entre deux fluides, notamment deux gaz, mais peut également être utilisée pour échanger de la chaleur entre deux liquides, ou entre un liquide et un gaz.

20 L'invention est plus particulièrement adaptée pour l'échange entre deux gaz, notamment des flux de gaz à l'entrée et à la sortie d'un équipement unique, comme par exemple l'air devant être acheminé à un four et les fumées du même four ou, de manière similaire, le courant chaud provenant d'un système de réduction des NOx et le courant froid allant au même système de réduction des NOx.

Un échangeur de chaleur à plaques selon l'invention peut être utilisé pour des fluides fonctionnant à une pression allant de la pression de vide total jusqu'à 1,5 MPa, de préférence de 0,01 à 1,0 MPa, plus préférablement de 0,01 à 0,6 MPa.

30 Un échangeur de chaleur à plaques selon l'invention peut être constitué soit de canaux de hauteur uniforme, soit de canaux de hauteurs différentes sur chaque circuit. De manière

correspondante, la hauteur du premier panneau de jonction et les hauteurs du deuxième et du troisième panneau de jonction, le cas échéant, peuvent être similaires ou différentes.

La hauteur des canaux (l'espacement entre deux plaques consécutives) peut être déterminée en fonction des conditions de service. Typiquement, elle peut être de 5 à 30 mm, notamment de 5 mm, 10 mm, 15 mm, 20 mm, 30 mm ou toute hauteur appropriée quelconque.

La largeur de la plaque d'échangeur de chaleur selon l'invention peut être typiquement comprise entre 1 000 mm et 2 000 mm, de préférence entre 1 300 mm et 1 700 mm. La longueur de la plaque d'échangeur de chaleur selon l'invention peut être typiquement comprise entre 1 000 mm et 7 500 mm, de préférence entre 1 500 mm et 7 000 mm.

L'épaisseur de la plaque peut être comprise entre 0,6 mm et 6 mm, de préférence entre 1,5 mm et 2,0 mm.

Le panneau central de la plaque d'échangeur de chaleur selon l'invention peut avoir une forme quelconque appropriée, par exemple trapézoïdale, hexagonale ou quadrilatérale. Le panneau central est le plus préférablement quadrilatéral, notamment rectangulaire ou carré, éventuellement avec des coins tronqués.

Le panneau central comprend une première face (ou face inférieure) et une deuxième face (ou face supérieure) opposée à la première face. Les termes « inférieur » et « supérieur » se rapportent donc, par convention, à un panneau disposé selon un plan horizontal.

La première et la deuxième face peuvent être planes mais peuvent également comporter localement des reliefs, des cannelures ou des excroissances.

Avantageusement, des excroissances (« dimples » selon la terminologie anglo-saxonne) peuvent être ajoutées ou pressées dans le panneau central des plaques. Des excroissances peuvent être mises en œuvre sur une face de la plaque ou sur les deux faces de la plaque avec plusieurs agencements en fonction des caractéristiques de la plaque et de l'utilisation desdits excroissances. Les excroissances peuvent être utilisées en tant qu'éléments d'espacement et sont prévues pour minimiser les déformations des plaques lorsqu'elles sont empilées les unes sur les autres. Des excroissances simples ou doubles sont typiquement réparties sur la surface du panneau central des plaques d'échangeur de chaleur.

Éventuellement, des ailettes en épingle ou en picot (« pin fins » selon la terminologie anglo-saxonne) peuvent également être soudées sur le panneau central de la plaque d'échangeur de chaleur selon l'invention en utilisant le soudage par résistance.

5 Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, l'échangeur de chaleur selon l'invention comprend un premier canal destiné à recevoir un premier fluide situé entre les deux plaques d'échangeur de chaleur d'une seule paire de plaques selon l'invention. Lesdites deux plaques sont reliées mécaniquement par les deux premiers panneaux de jonction de la première plaque.

10 Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, l'échangeur de chaleur selon l'invention comprend un deuxième canal destiné à recevoir un deuxième fluide situé entre deux paires de plaques consécutives.

Avantageusement, des moyens de fermeture peuvent être utilisés le cas échéant pour fermer les côtés latéraux du deuxième canal et assurer l'étanchéité du canal. Avantageusement, lesdits moyens de fermeture peuvent être reliés mécaniquement aux
15 plaques par n'importe quel moyen connu de l'homme du métier, par exemple par soudage, notamment par soudage à molette (« seam welding » selon la terminologie anglo-saxonne) ou par boulonnage.

Dans la réalisation où chaque paire de plaques ne comprend qu'une paire de panneaux de jonction, sur une des plaques seulement de la paire donc, le deuxième canal peut
20 avantageusement être pourvu de moyens pour fermer son côté latéral entre deux paires de plaques successives. Ces moyens de fermeture peuvent être des barreaux latéraux (« edge bars » selon la terminologie anglo-saxonne) ou des plaques de recouvrement dédiées (« cover parts » dans la terminologie anglo-saxonne) ou tout autre moyen équivalent. Les
25 plaques de recouvrement peuvent être fabriquées en une ou plusieurs pièces, certaines ayant une forme en C, ou une forme en U ou un profil quelconque permettant d'assembler la deuxième plaque de la première paire et la première plaque de la deuxième paire.

En ce qui concerne la réalisation de l'invention où chaque paire de plaque comprend deux paires de panneaux de jonction, c'est-à-dire où une des plaques comprend une paire de
30 panneaux de jonction, à savoir les premiers panneaux de jonctions tels que décrits précédemment, et où la même plaque ou l'autre plaque comprend une autre paire de panneaux de jonction, à savoir les deuxièmes ou troisièmes panneaux de jonction tels que

décrits précédemment : dans ce cas, chaque paire est assemblée à l'autre par les deuxièmes ou troisièmes paires de panneaux de jonction. Et des moyens de fermeture peuvent être, avantageusement, disposés longitudinalement suivant la direction d'écoulement du deuxième fluide (celui circulant entre deux paires de plaques assemblées) au niveau de l'entrée et au niveau de la sortie du deuxième canal. Ces moyens de fermeture peuvent être une plaque de recouvrement polygonale ayant une forme adaptée.

Par ailleurs, les premier et deuxième canaux destinés à recevoir le(s) fluide(s) soit peuvent être complètement vides (canal « libre »), soit peuvent comprendre des moyens de renforcement mécaniques, tels que des barreaux de connexion (« connecting bars » selon la terminologie anglo-saxonne).

Avantageusement, des éléments d'espacement (« spacers » selon la terminologie anglo-saxonne) fabriqués par exemple à partir de bandes (« strips » selon la terminologie anglo-saxonne), profilés, excroissances ou ailettes à épingle, peuvent être insérés dans au moins un/chaque canal afin de garantir l'espacement entre les plaques. Ils peuvent être lâches ou peuvent être soudés par points, ou encore être maintenus en place en utilisant des pinces (« clamps » dans la terminologie anglo-saxonne) profilées en U au niveau de l'alimentation et de l'évacuation.

Avantageusement, chacun des panneaux de jonction, comprend une partie, notamment une partie unique, ou comprend plusieurs parties se prolongeant successivement depuis le panneau central de la plaque, et cette ou ces parties sont de préférences toutes planes ou sensiblement planes (avec des arrondis possibles dans les zones de transition/de pliage entre le panneau central et la partie ou la première partie, et entre deux parties successives quand le panneau en comprend plusieurs. Dans ce dernier cas, la dernière partie, la plus éloignée du panneau central, est plane et parallèle aux plans des panneaux centraux, pour maximiser les surfaces en contact faisant la jonction entre deux plaques, donc faciliter leur fixation l'une à l'autre, leur solidarisation mécanique.

Les panneaux de jonction sont de préférence obtenus par des opérations de pliage des plaques, mais peuvent être obtenus différemment, et même être rapportés sur les panneaux centraux par différents moyens de fixation conventionnels.

Selon un mode de réalisation de l'invention, chacun des panneaux de jonction peuvent être fixés mécaniquement au panneau central de la plaque adjacente par toute technique conventionnelle, typiquement par soudure.

5 Avantageusement, la deuxième partie de chacun des panneaux de jonction peut être suffisamment grande pour permettre une fixation mécanique de la deuxième partie au panneau central de la plaque adjacente par un moyen conventionnel, connu de l'homme du métier.

10 Selon une première variante, les deuxièmes panneaux de jonction peuvent être orientés par rapport au plan du panneau central, avec un angle β compris entre 10° et 90° , de préférence entre 20° et 60° , et plus préférablement entre 30° et 50° , ou avec un angle β compris entre 60° et 120° , de préférence entre 70° et 110° , et plus préférablement entre 80° et 100° .

15 De préférence, la deuxième partie de chaque panneau de jonction, quand il comprend deux parties, peut s'étendre depuis la première partie du panneau de jonction parallèlement au plan du panneau central, ladite deuxième partie étant soit orientée soit vers l'intérieur de l'espace entre deux plaques d'une paire (qui servira de canal d'écoulement d'un fluide) du canal, soit vers l'extérieur, de l'autre côté de cet espace.

20 Chacun des panneaux de jonction peut de préférence être formé en une seule étape, par déformation/pliage. La déformation peut être obtenue par formage à la presse et/ou par cintrage. Une série d'étape de déformation de la tôle métallique plate peut être requise pour former une série de panneaux de jonction latérale sur une même plaque (une ou deux paires de panneaux).

25 Dans un mode de réalisation de l'invention, différentes zones du panneau central des plaques de l'échangeur de chaleur peuvent être pourvues d'une couche d'isolation, comportant une partie de plaque métallique parallèle au panneau central, avec de l'air entre la partie de plaque métallique et le panneau central. Ladite couche d'isolation peut permettre de modifier localement la température de la paroi de la plaque d'échangeur de chaleur et peut typiquement être mise en œuvre dans les zones les plus froides du canal froid. Un exemple en est décrit dans la demande de brevet CZ298773.

Selon un autre mode de réalisation de la paire de deux plaques d'échangeur de chaleur selon l'invention, un embout (« ferrule » selon la terminologie anglo-saxonne) peut être monté par-dessus les bords des deux plaques adjacentes soudées ensemble, servant de bouclier protégeant la jonction. L'embout est typiquement fabriqué à partir d'une pièce de

5 tôle métallique cintrée de manière à pouvoir recouvrir le joint de soudure. L'embout peut être soudé sur chacune des deux plaques.

La plaque d'échangeur de chaleur selon l'invention peut être formée d'une seule pièce, habituellement par déformation en une étape d'une tôle métallique plate constituée d'un matériau soudable, par exemple une plaque en acier, par exemple en acier inoxydable.

10 A noter que la (ou des/toutes les) plaque d'échangeur de chaleur selon l'invention peut également être fabriquée en assemblant plusieurs pièces de plaque indépendantes, par des moyens d'assemblage conventionnels.

Description des figures

15 Les références représentées sur les figures sont indiqués ci-dessous en rapport avec les composants auxquelles elles se réfèrent :

A - Plaque d'échangeur de chaleur A

B - Plaque d'échangeur de chaleur B

A₀ - Panneau central de la plaque A

B₀ - Panneau central de la plaque B

20 A₁, A₂, A₃, A₄ – côtés du panneau central

A₀ B₁, B₂, B₃, B₄ – côtés du panneau central B₀

P₁ - premier panneau de jonction de A sur le côté A₁

P₂ - deuxième panneau de jonction de A sur le côté A₂

P₃ - troisième panneau de jonction de A sur le côté A₃

25 P₄ - quatrième panneau de jonction de A sur le côté A₄

R₃ - troisième panneau de jonction sur B sur le côté B₃

R₄ - quatrième panneau de jonction sur B sur le côté B₄

P_{1A} - première partie du premier panneau de jonction P₁

P_{1B} - deuxième partie du premier panneau de jonction P₁

30 P_{2A} - première partie du deuxième panneau de jonction P₂

P_{2B} - deuxième partie du deuxième panneau de jonction P₂

P_{4A} - première partie du quatrième panneau de jonction P_4

P_{4B} - deuxième partie du quatrième panneau de jonction P_4

R_{3A} - première partie du troisième panneau de jonction R_3

R_{3B} - deuxième partie du troisième panneau de jonction R_3

5 R_{4A} - première partie du quatrième panneau de jonction R_4

R_{4B} - deuxième partie du quatrième panneau de jonction R_4

Les références sont conservées d'une figure à l'autre pour désigner les mêmes composants.

La figure 1a représente deux plaques d'échangeur de chaleur A et B selon un mode de réalisation d'une variante «à une paire de panneaux de jonction», dans laquelle la plaque B est plane, c'est-à-dire dépourvue de panneau de jonction. Elle représente en éclaté les deux
10 plaques en vis-à-vis et orientées l'une par rapport à l'autre de la façon dont elles le seront une fois assemblées comme représenté en figure 1b.

Le panneau central A_0 est de forme rectangulaire et présente 4 côtés numérotés, A_1 , A_2 , A_3 et A_4 . A_1 et A_2 sont deux côtés opposés. A_3 et A_4 sont deux autres côtés opposés. Toutes
15 les parties de la plaque B sont numérotées de la même manière, avec B_0 le panneau central et B_1, B_2, B_3, B_4 ses quatre côtés.

Le panneau central A_0 est pourvu d'une (première) paire de panneaux de jonction, à savoir deux panneaux de jonction, respectivement P_1 sur le côté A_1 et P_2 sur le côté opposé A_2 , qui sont symétriques l'un de l'autre par rapport à un premier axe médian x du panneau
20 central A_0 . Dans le mode de réalisation illustré dans la figure 1a, chacun des panneaux de jonction P_1 et P_2 est formé de deux parties, une première partie, respectivement P_{1A} et P_{2A} , formant un angle α avec le panneau central A_0 et une deuxième partie, respectivement P_{1B} et P_{2B} , qui est parallèle au panneau central A_0 . Chaque panneau de jonction est connecté
25 par une ligne de pliure au panneau central A_0 , mais il pourrait également avoir été fourni en tant que deuxième composant et avoir été fixé à /rattaché sur le panneau central. Chaque panneau de jonction en deux parties est de préférence formé en une seule passe, par déformation de la plaque A. Le premier et le deuxième panneaux de jonction P_1 et P_2 sont orientés suivant un angle d'environ 75° par rapport au plan du panneau central A_0 .

La plaque d'échangeur de chaleur B est dépourvue de panneau de jonction et est
30 sensiblement plane. Les deux panneaux centraux A_0 et B_0 se font face.

La figure 1b illustre une vue en perspective schématique des deux plaques A et B de la figure 1a telles qu'elles se trouvent disposées l'une par rapport à l'autre une fois assemblées et reliées mécaniquement au niveau de la première paire de panneaux de jonction P_1 et P_2 de la plaque A pour former une paire de plaques d'échangeur de chaleur selon un mode de réalisation de l'invention.

Les deux plaques de la figure 1a ont été superposées de manière à pouvoir être reliées mécaniquement. La « face interne » de la plaque A fait face à la « face interne » de la plaque B. Le premier panneau de jonction P_1 de la plaque A est soudé au niveau de sa deuxième partie P_{1B} à la plaque B sur le bord plan du côté B_1 du panneau central B_0 . De manière similaire, le deuxième panneau de jonction P_2 de la plaque A est soudé au niveau de sa deuxième partie P_{2B} à la plaque B sur le bord plan du côté plan opposé B_2 du panneau central B_0 .

L'espace ainsi formé entre la plaque A et la plaque B constitue un premier canal de l'échangeur de chaleur constitué de la paire de plaques selon l'invention, dans lequel un premier fluide F_1 peut s'écouler. Le premier canal présente une section transversale d'écoulement trapézoïdale et ladite section transversale est ici la même sur toute la longueur du canal.

Les figures 2a et 2b représentent une vue en perspective de deux plaques A et B, respectivement séparément puis assemblées, selon un premier mode de réalisation d'une variante «à deux paires de panneaux de jonction», dans lequel la plaque d'échangeur A est pourvue de deux paires de panneaux de jonction, inclinés dans des directions opposées dans lequel et la plaque d'échangeur B est dépourvue de panneau de jonction.

Dans la figure 2a, le panneau central A_0 de la plaque A est pourvu de deux paires de panneaux de jonction :

- d'une part, les premiers panneaux de jonction P_1 sur le côté A_1 et P_2 sur le côté opposé A_2 , qui sont symétriques l'un de l'autre par rapport à l'axe médian x du panneau central A_0 , et qui sont orientées du côté de la face interne de la plaque A (de façon analogue aux panneaux de jonction des figures 1a,1b) ;

- d'autre part, les deuxièmes panneaux de jonction P_3 sur le côté A_3 et P_4 sur le côté opposé A_4 , qui sont symétriques l'un de l'autre par rapport au deuxième axe médian y , et qui sont

orientées du côté de la face externe de la plaque A. Les axes médians x et y sont perpendiculaires entre eux.

Les premiers panneaux de jonction P_1 et P_2 sont constitués de deux parties, une première partie, respectivement P_{1A} et P_{2A} , formant un angle α avec le panneau central A_0 , et une
5 deuxième partie, respectivement P_{1B} et P_{2B} , qui est parallèle au panneau central, et qui s'étend vers l'extérieur du panneau.

De même, les deuxièmes panneaux de jonction P_3 et P_4 sont constitués de deux parties, une première partie, respectivement P_{3A} et P_{4A} , formant un angle β avec le panneau central et une deuxième partie, respectivement P_{3B} et P_{4B} , qui est parallèle à la plaque de panneau
10 central mais qui s'étend vers l'intérieur du panneau. Les premiers panneaux de jonction P_1 et P_2 sont orientés vers la face interne de la plaque B suivant un angle d'environ 75° par rapport au plan du panneau central A_0 . Les deuxièmes panneaux de jonction P_3 et P_4 sont orientés du côté de la face externe de la plaque A suivant un angle β d'environ 90° par rapport au plan du panneau central A_0 . Les panneaux de jonction sont de préférence formés
15 en une seule passe, par déformation. La déformation peut être obtenue par formage à la presse et/ou par cintrage, après découpage des coins.

La plaque d'échangeur de chaleur B est dépourvue de panneau de jonction et est sensiblement plane. Les deux panneaux centraux A_0 et B_0 se font face.

La figure 2b illustre une vue en perspective schématique des deux plaques A et B de la
20 figure 2a une fois assemblées et reliées mécaniquement au niveau des premiers panneaux de jonction P_1 et P_2 de la plaque A pour former une paire de plaques d'échangeur de chaleur.

Les deux plaques ont été superposées de manière à pouvoir être reliées mécaniquement. La « face interne » de la plaque A fait face à la « face interne » de la plaque B. Le panneau de
25 jonction P_1 de la plaque A est soudé au niveau de sa deuxième partie P_{1B} à la plaque B sur le côté plan B_1 du panneau central B_0 . De manière similaire, le panneau de jonction P_2 de la plaque A est soudé au niveau de sa deuxième partie P_{2B} à la plaque B sur le côté plan opposé B_2 du panneau central B_0 .

Le canal formé entre la plaque A et la plaque B constitue un premier canal de l'échangeur de chaleur constitué de la paire de plaques selon l'invention, dans lequel un premier fluide F1 peut s'écouler. Le premier canal présente une section transversale d'écoulement trapézoïdale et ladite section transversale est la même sur toute la longueur du canal.

5 Comme représenté en figure 2c, les deuxièmes panneaux de jonction P3 et P4 de la plaque A permettent d'associer la plaque A avec une troisième plaque d'échangeur, de préférence identique à la plaque B, qui serait positionnée en regard de la face externe de la plaque A, afin de créer, entre la troisième plaque et la plaque A, un deuxième espace définissant un canal dans lequel un deuxième fluide F₂ peut s'écouler. Le deuxième canal présente, dans
10 ce mode de réalisation, une section transversale d'écoulement rectangulaire. La figure 2c représente des plaques qui présentent à leur surface des « dimples » ou excroissances déjà évoquées plus haut, ainsi que, en pointillés, des espaceurs destinés à garantir un écartement constant entre les deux panneaux centraux, ici sous forme de profilés. Ces éléments restent optionnels, mais peuvent s'avérer utiles notamment avec des plaques de
15 grandes dimensions.

La figure 3a représente deux plaques A et B d'une paire de plaques d'échangeur de chaleur selon l'invention dans un autre mode de réalisation de la variante « à deux paires de panneaux de jonction », dans lequel la plaque d'échangeur A est pourvue d'une (première) paire de panneaux de jonction, et dans lequel la plaque d'échangeur B est, elle aussi,
20 pourvue d'une (troisième) paire de panneaux de jonction. La figure 3b représente la paire de plaques lorsque lesdites plaques A et B sont assemblées.

Le panneau central A₀ de la plaque A est pourvu d'une première paire de panneaux de jonction : P₁ sur le côté A₁ et P₂ sur le côté opposé A₂, qui sont symétriques l'un de l'autre par rapport à l'axe médian x du panneau central A₀, et qui sont orientés vers la face interne
25 de la plaque B, comme dans les figures 1a-1b précédentes.

Le panneau central B₀ de la plaque B est pourvu d'une troisième paire de panneaux de jonction : les panneaux de jonction R₃ sur le côté B₃ et R₄ sur le côté opposé B₄, qui sont symétriques l'un de l'autre par rapport à l'axe médian y' du panneau central B₀, et qui sont orientés du côté de la face externe de la plaque B. Comme à la figure 2a précédente, les
30 axes médians x et y' sont perpendiculaires l'un à l'autre, à la différence qu'ici, ils se matérialisent sur deux plaques différentes parallèles entre elles, et pas sur une même

5 plaque. Dans ce mode de réalisation, les premiers panneaux de jonction P_1 et P_2 sont constitués de deux parties, une première partie, respectivement P_{1A} et P_{2A} , formant un angle α avec le panneau central et une deuxième partie, respectivement P_{1B} et P_{2B} , qui est parallèle à la plaque de panneau central A_0 , et s'étendent du côté de la face interne de ladite plaque.

De même, les troisièmes panneaux de jonction R_3 et R_4 sont constitués de deux parties, une première partie, respectivement R_{3A} et R_{4A} , formant un angle θ avec le panneau central B_0 et une deuxième partie, respectivement R_{3B} et R_{4B} , qui est parallèle à la plaque de panneau central B_0 , mais qui est orientée du côté de la face externe de la plaque B. Les premiers
10 panneaux de jonction P_1 et P_2 sont orientés vers le bas suivant un angle d'environ 90° par rapport au plan du panneau central A_0 . Les troisièmes panneaux de jonction R_3 et R_4 sont orientés suivant un angle θ d'environ 90° par rapport au plan du panneau central B_0 . Les panneaux de jonction sont de préférence formés en une seule passe, par déformation. La déformation peut être obtenue par formage à la presse et/ou par cintrage, après découpage
15 des coins.

La figure 3b illustre une vue en perspective schématique de la manière suivant laquelle les deux plaques A et B de la figure 3a sont assemblées et reliées mécaniquement au niveau du premier et deuxième panneau de jonction P_1 et P_2 de la plaque A pour former une paire de
20 plaques d'échangeur de chaleur : Les deux plaques ont été associées et soudées via les panneaux de jonction P_1 et P_2 sur les côtés B_1 et B_2 de la plaque B de manière similaire à la figure 2b. Le canal formé entre la plaque A et la plaque B constitue un premier canal de l'échangeur de chaleur, dans lequel un premier fluide F_1 peut s'écouler. Le premier canal présente une section transversale d'écoulement rectangulaire.

Les troisièmes panneaux de jonction R_3 et R_4 de la plaque B permettent dans cette
25 configuration d'associer la plaque B avec une quatrième plaque d'échangeur, de préférence identique à la plaque A, qui serait positionnée en regard de la face externe de la plaque B, afin de créer, entre la plaque B et la quatrième plaque (non représentée), un deuxième canal dans lequel un deuxième fluide F_2 peut s'écouler, notamment de manière croisée. La hauteur des paires de panneaux de jonction est choisie selon le débit de fluide voulu.

30 La figure 3b représente un fonctionnement d'échangeur en courants croisés des écoulements des fluides F_1 et F_2 , des écoulements perpendiculaires entre eux donc, que l'on

obtient à l'aide de baffles internes (non représentés) qui changent la direction du fluide F_2 , une fois la zone d'admission passée.

5 Les échangeurs comportent donc plusieurs paires de plaques selon l'invention montées dans un châssis, avec des alternances de plaques de chacun des deux types, par exemple (ABAB) n fois sans exclure des empilements de type (ABBA) n fois, avec une jonction entre deux paires qui se fait par des panneaux de jonction intégrés aux plaques selon l'invention ou par des composants supplémentaires ajoutés, comme vu plus haut.

Revendications

1. Paire de plaques (A,B) d'échangeur de chaleur (AB) comprenant une première plaque (A)
5 et une deuxième plaque (B) d'échangeur de chaleur, disposées en vis-à-vis et espacées
l'une de l'autre de manière à définir un volume interne apte à former un canal pour
l'écoulement d'un premier fluide (F_1), et comprenant chacune un panneau central (A_0 , B_0),
lesdits panneaux centraux étant quadrilatéraux ou quadrilatéraux avec éventuellement des
bords tronqués, coupés ou arrondis, et étant plans et parallèles entre eux, caractérisée en ce
10 que deux côtés opposés du panneau central (A_0) de la première plaque (A) sont inclinés par
rapport audit panneau central (A_0) en direction de la deuxième plaque (B) et forment des
premiers panneaux de jonction (P_1, P_2) venant en contact avec les deux bords opposés
correspondants plans du panneau central (B_0) de la deuxième plaque (B).
- 15 2. Paire de plaques (A,B) selon la revendication précédente, caractérisée en ce que lesdits
premiers panneaux de jonction (P_1, P_2) sont symétriques l'un de l'autre par rapport à un
premier axe médian (x) du panneau central (A_0).
- 20 3. Paire de plaques (A,B) selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce
qu'au moins un des, notamment tous les, premiers panneaux de jonction (P_1, P_2) du panneau
central (A_0) de la première plaque (A) comprend une première partie ($P_{1A}; P_{2A}$) s'étendant
depuis le panneau central et une deuxième partie ($P_{1B}; P_{2B}$) s'étendant depuis ladite
première partie, ladite première partie formant un angle (α) avec le panneau central (A_0) et
ladite deuxième partie étant parallèle audit panneau central (A_0).
- 25 4. Paire de plaques (A,B) selon la revendication précédente, caractérisée en ce que l'angle
(α) entre la première partie du premier panneau de jonction ($P_{1A}; P_{2A}$) et le panneau central
 A_0 est d'au moins 45° , notamment compris entre 80 et 110° .
- 30 5. Paire de plaques (A,B) selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce
que les deux autres côtés opposés du panneau central (A_0) de la première plaque (A) sont
inclinés par rapport audit panneau central (A_0) dans la direction opposée aux premiers
panneaux de jonction et forment des deuxièmes panneaux de jonction ($P_3 ; P_4$), notamment
afin de venir en contact avec les bords opposés correspondants du panneau central d'une
35 troisième plaque.

6. Paire de plaques (A,B) selon la revendication précédente, caractérisée en ce qu'un des, notamment tous les, deuxièmes panneaux de jonction ($P_3;P_4$) du panneau central de la première plaque (A) comprend une première partie ($P_{3A};P_{4A}$) s'étendant depuis le panneau central (A_0) et une deuxième partie ($P_{3B};P_{4B}$) s'étendant depuis ladite première partie, ladite première partie formant un angle (β) avec le panneau central (A_0) et ladite deuxième partie étant parallèle audit panneau central (A_0).
7. Paire de plaques (A,B) selon la revendication précédente, caractérisée en ce que l'angle (β) entre la première partie des deuxièmes panneaux de jonction ($P_{3A};P_{4A}$) et le panneau central (A_0) est d'au moins 45° , notamment compris entre 80 et 110° .
8. Paire de plaques (A,B) selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que les deux autres côtés opposés du panneau central (B_0) de la deuxième plaque (B) sont inclinés par rapport audit panneau central (B_0) dans la même direction que les premiers panneaux de jonction (P_1,P_2) et forment des troisièmes panneaux de jonction ($R_3;R_4$), notamment en vue de venir en contact avec les bords opposés correspondants du panneau central d'une quatrième plaque.
9. Paire de plaques (A,B) selon la revendication précédente, caractérisée en ce qu'un des, notamment tous les, troisièmes panneaux de jonction ($R_3;R_4$) du panneau central (B_0) de la deuxième plaque (B) comprend une première partie ($R_{3A};R_{4A}$) s'étendant depuis le panneau central (B_0) et une deuxième partie ($R_{3B};R_{4B}$) s'étendant depuis ladite première partie, ladite première partie formant un angle (θ) avec le panneau central (B_0) et ladite deuxième partie étant parallèle audit panneau central (B_0).
10. Paire de plaques (A,B) selon l'une des revendications 6 ou 9, caractérisée en ce que les deuxièmes ($P_3;P_4$) et/ou troisièmes ($R_3; R_4$) panneaux de jonction sont différents des premiers panneaux de jonction ($P_1;P_2$), notamment en largeur et/ou en inclinaison par rapport à leurs panneaux centraux respectifs.
11. Paire de plaques (A,B) selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que les plaques sont assemblées l'une à l'autre par soudure entre un bord plan de l'une des plaques (B) et une partie plane d'un panneau de jonction (P_1,P_2) de l'autre plaque (A).

12. Paire de plaques (A,B) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les deux plaques sont différentes géométriquement l'une de l'autre.

13. Empilement de paires de plaques (A,B) d'échangeur de chaleur comprenant au moins deux paires de plaques successives espacées selon l'une des revendications précédentes, désignées par première paire de plaques d'échangeur de chaleur et deuxième paire de plaques d'échangeur de chaleur, dans lequel :

- ladite première paire et ladite deuxième paire sont disposées parallèlement l'une à l'autre et en regard l'une de l'autre, l'espace entre les plaques de chaque paire formant un canal pour recevoir un premier écoulement de fluide (F_1),

- l'espace entre la première et la deuxième paire de plaques d'échangeur de chaleur forme un canal pour recevoir un deuxième écoulement de fluide (F_2), ladite deuxième paire étant préférentiellement identique à ladite première paire ou étant une image en miroir de ladite première paire.

14. Empilement de paires de plaques d'échangeur de chaleur (A,B) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que deux paires espacées successives sont reliées latéralement par des moyens de fermeture, lesdits moyens de fermeture comprenant de préférence un barreau latéral, une plaque de recouvrement avec un profil en C ou en U, ou une plaque de recouvrement plane adaptée.

15. Échangeur de chaleur à plaques comprenant des paires (A,B) de plaques d'échangeur de chaleur ou des empilements de paires de plaques d'échangeur de chaleur selon l'une des revendications précédentes, lesdites paires ou empilements de paires étant disposés dans un châssis.

16. Procédé de fabrication d'un empilement d'au moins deux paires (A,B) de plaques d'échangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 12, ledit procédé comprenant les étapes suivantes:

- préparer au moins quatre plaques comportant chacune un panneau central (A_0, B_0) à quatre côtés,

- d'une part, pour au moins (A_0) deux desdits panneaux centraux, plier un premier et un deuxième côté opposés de manière à former des premiers panneaux (P_1, P_2) de jonction, lesdits premiers panneaux de jonction comprenant chacun une première partie inclinée par

rapport au panneau central, lesdits premiers panneaux de jonction étant de préférence symétriques l'un de l'autre par rapport à un axe médian (x) du panneau central (A0);

- d'autre part, optionnellement soit plier lesdits troisième et quatrième côtés des au moins deux panneaux centraux dans le sens opposé aux premiers et deuxième panneaux de

5 jonction de manière à former des deuxième panneaux de jonction ($P_3;P_4$), lesdits

deuxième panneaux de jonction comprenant une première partie, inclinée par rapport au panneau central, lesdits panneaux de jonction étant de préférence symétriques l'un de l'autre

par rapport à un axe médian (y) du panneau central ; soit plier lesdits premier et deuxième

côtés d'au moins deux des autres panneaux centraux, de manière à former des troisième

10 panneaux de jonction ($R_3;R_4$), lesdits troisième panneaux de jonction comprenant une

première partie, inclinée par rapport à ces deux panneaux centraux, lesdits deuxième ou troisième paires de panneaux de jonction étant de préférence symétriques l'un de l'autre

par rapport au deuxième axe médian (y,y') du panneau central concerné ;

- disposer les plaques d'échangeur de chaleur en deux piles, à savoir une première pile de

15 plaques identiques entre elles, et une deuxième pile de plaques identiques entre elles et de

préférence différentes des plaques de la première pile,

- constituer au moins deux paires de plaques, chaque paire étant assemblée à partir d'une plaque provenant de la première pile et d'une autre plaque provenant de la deuxième pile,

en fixant les premiers panneaux de jonction d'une des plaques aux bords plans

20 correspondant de l'autre plaque, l'espace entre les deux plaques de chaque paire formant un

premier canal de fluide,

- assembler entre elles au moins deux paires de plaques ainsi constituée, l'espace entre les paires de plaques d'échangeur de chaleur formant un deuxième canal de fluide, par fixation

des deuxième ($P_3;P_4$), ou troisième panneaux de jonction ($R_3;R_4$) d'une plaque d'une

25 paire aux bords plans d'une plaque d'une paire adjacente ou latéralement par des moyens

de fermeture.

Figure 2c

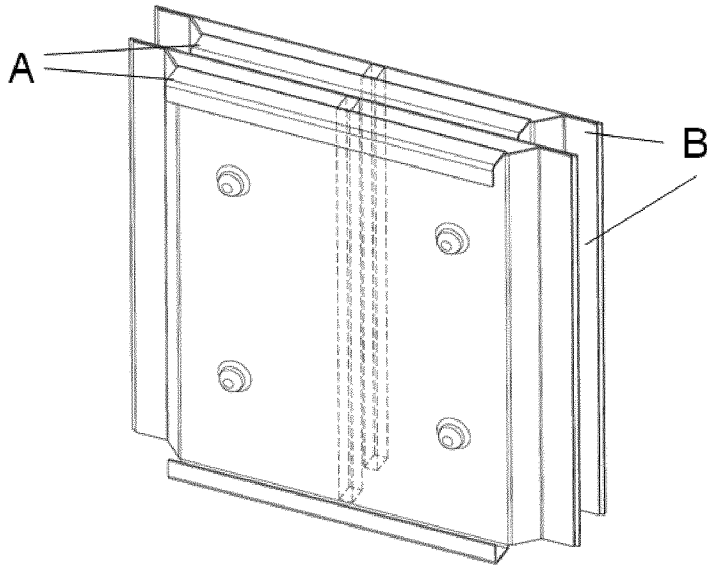


Figure 3a

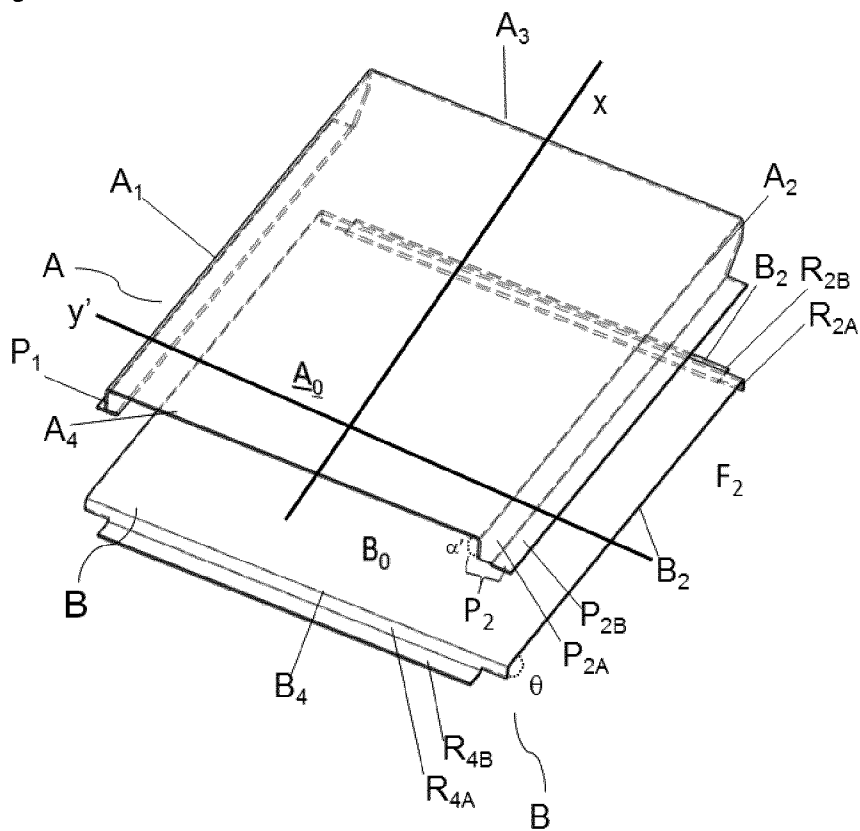
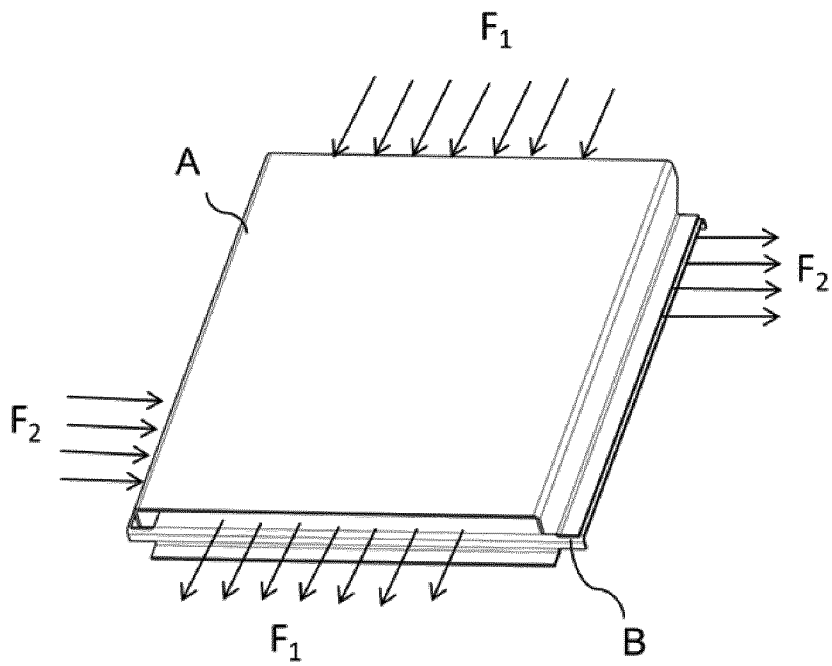


Figure 3b



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2021/055206

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>F28D 9/00</i> (2006.01) 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) F28D 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 practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2010006274 A1 (CHO MUN-JAE [KR]) 14 January 2010 (2010-01-14) cited in the application paragraphs [0077] - [0125]; figures 1-8	1-16
X	FR 2806469 A1 (PACKINOX SA [FR]) 21 September 2001 (2001-09-21) cited in the application page 4, line 4 - page 6, line 11; figures 1-5	1-16
X	WO 2011148216 A1 (DINULESCU MIRCEA [NL]) 01 December 2011 (2011-12-01) page 4, line 10 - page 5, line 9; figures 3, 4	1-16
X	US 2015216073 A1 (TYLESHEVSKI NICHOLAS J [US] ET AL) 30 July 2015 (2015-07-30) paragraphs [0046] - [0054]; figures 6-9	1-16
X	WO 9322608 A1 (FERNANDEZ JEAN NOEL [FR]) 11 November 1993 (1993-11-11) page 8, line 7 - page 12, line 35; figures 5, 6, 9, 14	1-16
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 11 March 2021		Date of mailing of the international search report 23 March 2021
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Axters, Michael Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2021/055206

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2010006274	A1	14 January 2010	KR	100909490	B1	28 July 2009
				US	2010006274	A1	14 January 2010
				US	2015107809	A1	23 April 2015
FR	2806469	A1	21 September 2001	FR	2806469	A1	21 September 2001
				US	2003093900	A1	22 May 2003
				WO	0171268	A1	27 September 2001
WO	2011148216	A1	01 December 2011	NONE			
US	2015216073	A1	30 July 2015	NONE			
WO	9322608	A1	11 November 1993	AT	151863	T	15 May 1997
				DE	69309921	T2	23 October 1997
				EP	0639258	A1	22 February 1995
				ES	2102030	T3	16 July 1997
				FR	2690986	A1	12 November 1993
				WO	9322608	A1	11 November 1993

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2021/055206

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. F28D9/00 ADD.		
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) F28D		
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) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 2010/006274 A1 (CHO MUN-JAE [KR]) 14 janvier 2010 (2010-01-14) cité dans la demande alinéas [0077] - [0125]; figures 1-8 -----	1-16
X	FR 2 806 469 A1 (PACKINOX SA [FR]) 21 septembre 2001 (2001-09-21) cité dans la demande page 4, ligne 4 - page 6, ligne 11; figures 1-5 -----	1-16
X	WO 2011/148216 A1 (DINULESCU MIRCEA [NL]) 1 décembre 2011 (2011-12-01) page 4, ligne 10 - page 5, ligne 9; figures 3, 4 ----- -/--	1-16
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents		
<input checked="" type="checkbox"/> 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 11 mars 2021		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 23/03/2021
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, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Axters, Michael

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 2015/216073 A1 (TYLESHEVSKI NICHOLAS J [US] ET AL) 30 juillet 2015 (2015-07-30) alinéas [0046] - [0054]; figures 6-9 -----	1-16
X	WO 93/22608 A1 (FERNANDEZ JEAN NOEL [FR]) 11 novembre 1993 (1993-11-11) page 8, ligne 7 - page 12, ligne 35; figures 5, 6, 9, 14 -----	1-16

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2021/055206

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2010006274	A1	14-01-2010	KR 100909490 B1	28-07-2009
			US 2010006274 A1	14-01-2010
			US 2015107809 A1	23-04-2015

FR 2806469	A1	21-09-2001	FR 2806469 A1	21-09-2001
			US 2003093900 A1	22-05-2003
			WO 0171268 A1	27-09-2001

WO 2011148216	A1	01-12-2011	AUCUN	

US 2015216073	A1	30-07-2015	AUCUN	

WO 9322608	A1	11-11-1993	AT 151863 T	15-05-1997
			DE 69309921 T2	23-10-1997
			EP 0639258 A1	22-02-1995
			ES 2102030 T3	16-07-1997
			FR 2690986 A1	12-11-1993
			WO 9322608 A1	11-11-1993
