

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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale
WO 2010/116101 A2

(43) Date de la publication internationale
14 octobre 2010 (14.10.2010)

PCT

(51) Classification internationale des brevets :

B01D 1/06 (2006.01) **C02F 1/04** (2006.01)
B01D 1/14 (2006.01) **C02F 1/08** (2006.01)
B01D 5/00 (2006.01) **B01D 1/28** (2006.01)

Fontaine, Rue Jean Pontoise, F-49190 Saint Aubin de Luigne (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2010/050684

(74) Mandataires : **POCHART, François.** et al.; Cabinet HIRSCH-POCHART & ASSOCIES, 58 avenue Marceau, F-75008 Paris (FR).

(22) Date de dépôt international :

9 avril 2010 (09.04.2010)

(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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

0901759 9 avril 2009 (09.04.2009) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **THE THIRD MILLENIUM WATER COMPANY** [FR/FR]; 9, rue de Téhéran, F-75008 Paris (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **DOMEN, Jean-Paul** [FR/FR]; Le Bois Tranché, F-49320 Vauchretien (FR). **VIANNAY, Stéphane** [FR/FR]; La

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,

[Suite sur la page suivante]

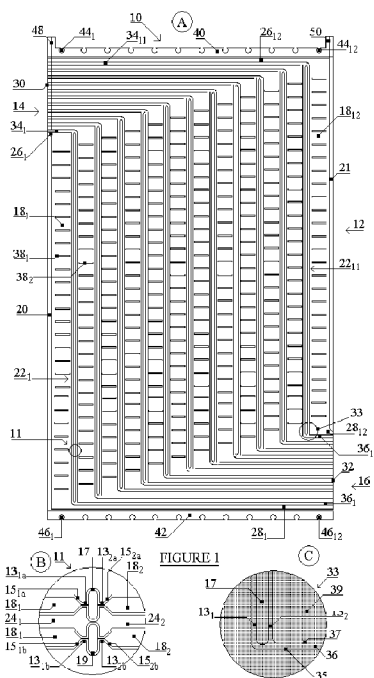
(54) Title : HOLLOW POLYMER PLATES FOR HEAT EXCHANGES BETWEEN GASES

(54) Titre : PLAQUES CREUSES EN POLYMERES POUR ECHANGES THERMIQUES ENTRE GAZ

(57) Abstract : Such a hollow plate (10) is rectangular and to be incorporated into a heat exchanger. Each wall of said plate is formed by thermoforming and the two walls are welded to each other. The plate has a central hollow region (12) in the form of a parallelogram, and two end hollow regions (14-16) in the form of symmetrical right triangles. Its central hollow region (12) consists of a stack of a number of side-by-side parallel inner channels (18₁₋₁₂) having identical calibrated sections, bordered by continuous walls (13₁₋₂), and it comprises continuous lines of spacers having an external thickness (17-19) for the arrangement of outer channels, between two adjacent hollow plates. The triangular hollow regions (14-16) of the plate consist of stacks of superimposed parallel conduits (26₁₋₁₂ and 28₁₋₁₂) having identical calibrated sections that are especially weaker than those of said inner channels (18). Said conduits (26-28) are arranged end-to-end to the inner channels (18), with stacked free ends forming the diagonally opposing lateral apertures (30-32) of the hollow plate (10). A high plane full strip (40) enables the plate to be suspended from a high bar and a similar low strip (42) enables a low bar to be suspended therefrom. Said two bars enable the hollow plates to be arranged side-by-side at uniform distances. Two adjacent low bars form a line of calibrated narrow slits. The gas flows have uniform flow rates and temperatures at all similar sites. The coefficient of performance (CoP) of the heat exchanger is maximised. The invention can be applied to optimised air-conditioning systems for apartments, and to forced-air distillators reproducing the natural water cycle.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



WO 2010/116101 A2



MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, **Publiée :**
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée
dès réception de ce rapport (règle 48.2.g)*

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

— *relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv)*

Une telle plaque creuse (10) est rectangulaire et destinée à être incorporée à un échangeur thermique. Chaque paroi de cette plaque est réalisée par thermoformage et les deux parois sont soudées l'une à l'autre. La plaque possède une zone creuse centrale (12), en forme de parallélogramme, et deux zones creuses d'extrémité (14-16), en forme de triangles rectangles symétriques. Sa zone creuse centrale (12) est constituée par un empilement de nombreux canaux internes parallèles juxtaposés (18₁₋₁₂), à sections calibrées identiques, bordés par des cloisons continues (13₁₋₂) et elle comporte des lignes continues de cales d'épaisseur externe (17-19) pour aménager des canaux externes, entre deux plaques creuses contiguës. Ses zones creuses triangulaires (14-16) sont constituées par des empilements de conduits parallèles superposés (26₁₋₁₂ et 28₁₋₁₂), à sections calibrées identiques, notablement plus faibles que celles de ces canaux internes (18). Ces conduits (26-28) sont aboutés aux canaux internes (18), avec des extrémités libres empilées formant les embouchures latérales (30-32), diagonalement opposées de la plaque creuse (10). Une bande pleine plane haute (40) permet de suspendre la plaque à une barre haute et une bande basse (42) semblable, de suspendre une barre basse. Ces deux barres permettent la juxtaposition serrée à pas constants des plaques creuses. Deux barres basses juxtaposées forment une ligne de fentes étroites calibrées. Les courants de gaz ont des débits et des températures uniformes en tous emplacements semblables. Le Coefficient de Performance (CoP) de l'échangeur thermique est maximisé. Applications : Climatisation optimisée d'appartement; Distillateurs à courants d'air, reproduisant le cycle naturel de l'eau.

PLAQUES CREUSES EN POLYMERE
POUR ECHANGES THERMIQUES ENTRE GAZ

5 L'invention concerne des plaques creuses en polymère pour échanges thermiques entre gaz et, principalement, entre gaz à pression proche de l'ambiante et à température peu élevée (typiquement $< 100^{\circ}\text{C}$).

Les échangeurs thermiques constitués par l'assemblage de telles plaques creuses ont pour fonction de réchauffer un gaz froid au moyen d'un gaz chaud et simultanément
10 d'effectuer l'opération inverse, tout en interdisant le mélange de ces gaz. Cette application concerne notamment la climatisation optimisée d'appartements et la distillation de liquides. En climatisation, les échangeurs thermiques sont utilisés pour réchauffer ou refroidir l'air entrant au moyen de l'air vicié sortant. Dans les distillateurs à courants d'air, reproduisant le cycle naturel de l'eau, l'objectif est de récupérer au mieux la chaleur latente de la vapeur
15 condensée, pour évaporer le liquide à distiller. L'emploi de polymères est imposé par des considérations de prix, de poids et de tenue à long terme.

Les plaques creuses d'échange thermique sont sensiblement rectangulaires et de tailles diverses (typiquement 50 à 200 dm^2), leurs parois sont fines (typiquement $0,25\text{ mm}$), leur épaisseur interne faible et sensiblement constante (typiquement 2 à 5 mm), grâce à
20 des cales d'épaisseur. Dans un échangeur thermique à plusieurs plaques creuses, ces plaques sont juxtaposées, écartées à pas constants, par tout moyen approprié, des panneaux souples assurant l'obturation latérale des espaces entre plaques. Dans ces échangeurs thermiques, les gaz circulent à contre-courants, à l'intérieur et à l'extérieur des plaques creuses ainsi assemblées.

25 Un échangeur thermique, traversé en sens inverse par un même courant de gaz, avant et après traitement thermique, possède un Coefficient de Performance $\text{CoP} = P_2/P_1 = 1/(1-R)$. En climatisation optimisée, P_1 est la puissance thermique fournie ou retirée à l'air au cours de son séjour dans l'appartement et P_2 , la puissance thermique échangée dans les plaques creuses. En distillation, P_1 est la puissance thermique fournie à l'air pour le
30 saturer à température haute extrême et P_2 , la puissance thermique échangée dans les plaques creuses. Dans les deux cas, R est le facteur de récupération thermique dans l'échangeur. Deux paramètres participent à la détermination, par modélisation mathématique, du CoP théorique d'un tel échangeur thermique : (a) la conductance thermique globale (en $\text{W}/^{\circ}\text{C}$) liant les deux portions de courant d'air concernées, et (b)
35 l'écart local d'enthalpie (air saturé) ou de température (air ambiant) entre les courants d'air chaud et froid traversant l'échangeur thermique.

L'expérience a montré que les échangeurs thermiques à plusieurs plaques creuses ont un CoP réel, très inférieur à leur CoP théorique. Ces deux valeurs, réelle et théorique,

sont d'environ 3,3 et 15 pour un distillateur et de 20 et 80, pour un échangeur simple. Pour comprendre les causes de ce faible CoP, on s'est intéressé au fonctionnement d'un double échangeur thermique élémentaire parfait. Cet échangeur est formé par deux paires
5 verticales de canaux plats adjacents, dotés de fines parois communes leur assurant un bon couplage thermique. Les deux zones de courant d'air concernées ont un même débit total et des écoulements identiques parfaitement homogènes. Les résultats de cette nouvelle modélisation sont éloquentes : un déséquilibre initial de quelques pourcents entre les débits massiques ou les températures des paires de courants d'air montant et descendant
10 entraîne, par une sorte de contagion, une chute du CoP réel de ce double échangeur élémentaire qui peut égaler de cinq à dix fois le pourcentage de déséquilibre. Et cette chute est d'autant plus grande que son CoP théorique est élevé.

Eu égard aux valeurs maximales élevées possibles du CoP théorique d'un échangeur thermique simple ou d'un distillateur à courants d'air parfait, la faible valeur
15 réelle du CoP, mesurée au cours de tests, est donc inacceptable. En effet, ce coefficient limité ne peut provenir que de fonctionnements incorrects de ces échangeurs, les hypothèses explicites et implicites prises en compte pour leur modélisation n'étant pas concrétisées.

20 L'objet général de l'invention concerne des plaques creuses nouvelles en polymère, asso-ciées à des moyens appropriés, leur permettant d'être assemblées pour constituer un échangeur thermique optimisé entre gaz, possédant un Coefficient de Performance CoP aussi proche que possible de sa valeur théorique.

25 Le premier objet particulier de l'invention est de réaliser des plaques creuses nouvelles en polymère, adaptées par construction à constamment demeurer fidèles aux spécifications et hypothèses explicites ou implicites, prises en compte pour la modélisation d'un tel échangeur.

30 Le deuxième objet particulier de l'invention concerne les moyens appropriés, à associer à ces plaques creuses nouvelles pour optimiser leur fonctionnement et ainsi amener les courants de gaz concernés à circuler en conformité avec les hypothèses, explicites ou implicites, prises en compte pour la modélisation d'un échangeur thermique parfait incorporant ces plaques.

35 Le troisième objet particulier de l'invention concerne les moyens appropriés, à associer à ces plaques creuses nouvelles pour optimiser leur fonctionnement et ainsi amener les courants d'air concernés à circuler en conformité avec les hypothèses, explicites ou implicites, prises en compte pour la modélisation d'un distillateur à courants d'air parfait incorporant ces plaques.

Selon l'invention, une plaque creuse rectangulaire en polymère, destinée à être associée à d'autres plaques identiques, juxtaposées écartées à pas constants, pour constituer un échangeur thermique à hautes performances, entre un gaz chaud et un gaz
5 froid ;

est caractérisée en ce que :

- elle possède une zone creuse centrale, en forme de parallélogramme, et deux zones creuses d'extrémité, en forme de triangles rectangles symétriques ;
- la zone creuse centrale est constituée par un empilement de nombreux canaux internes
10 parallèles juxtaposés, ces canaux internes ayant des sections calibrées identiques, bordés par des cloisons continues ;
- la zone creuse centrale comporte des lignes continues de reliefs externes, correspondant aux cloisons bordant les canaux internes, pour pouvoir aménager des canaux externes, semblables aux canaux internes, entre deux plaques creuses contiguës ;
- 15 - les zones creuses triangulaires sont constituées par des empilements de conduits parallèles superposés ; les conduits des deux zones ont des sections calibrées respectivement identiques, notablement plus faibles que celles de ces canaux internes ; ces conduits sont bordés par des cloisons continues et sont aboutés aux canaux internes, avec des extrémités libres empilées formant les embouchures latérales diagonalement opposées
20 de la plaque creuse ;
- deux bandes pleines planes constituent les extrémités de la plaque creuse.

Selon des premières caractéristiques complémentaires des précédentes,

- une barre haute, de suspension et d'écartement, formée par deux éléments allongés quasi symé-triques solidarisés, est associée à chaque bande plane haute d'une plaque creuse
25 verticale ;
- cette barre haute possède des extrémités saillantes pour pouvoir prendre appui sur des tasseaux ;
- chaque élément de cette barre haute est doté de reliefs externes, adaptés à coopérer avec ceux des barres hautes identiques des deux plaques creuses contiguës, pour
30 constituer deux lignes de fentes larges calibrées ;
- chacune de ces fentes larges ou chaque petit groupe de ces fentes larges correspond à l'un des canaux externes, aménagés de chaque côté de la plaque creuse.

Selon des secondes caractéristiques complémentaires des précédentes,

- une barre basse d'écartement, formée par deux éléments allongés quasi symétriques
35 solidarisés, est adaptée à être suspendue à chaque bande plane basse d'une plaque creuse verticale ;

- chaque élément de cette barre basse est doté de reliefs externes verticaux, adaptés à coopérer avec ceux des barres basses identiques des deux plaques contiguës, pour constituer deux lignes de fentes étroites calibrées ;

- 5 - chacune de ces fentes étroites ou chaque petit groupe de ces fentes étroites correspond à l'un des canaux externes, aménagés de chaque côté de la plaque creuse.

En hiver, pour constituer un échangeur thermique approprié, en état de traiter les courants d'air entrant et sortant d'un immeuble climatisé, (a) on peut suspendre à la verticale, sur les tasseaux d'un boîtier à quatre côtés, plusieurs plaques creuses nouvelles,
10 dotées de leurs barres, haute et basse, (b) on aménage, sous ces plaques, un compartiment d'entrée bas assurant l'admission et la distribution du courant total d'air froid extérieur, à réchauffer dans l'échangeur, (c) on installe en face de l'alignement des embouchures amont des plaques creuses, un compartiment d'entrée haut, assurant
15 dessus de l'échangeur un compartiment d'admission et de mélange, avant dispersion à l'intérieur de l'appartement, des courants individuels d'air extérieur réchauffé, et (e) on installe en face des embouchures aval des plaques creuses, un compartiment d'admission et de mélange des courants individuels d'air vicié refroidi, avant leur évacuation vers
20 l'extérieur. En été, l'air vicié à évacuer est l'air froid et l'air extérieur est l'air chaud. Un ventilateur, installé à l'entrée du compartiment bas ou en sortie du compartiment haut, est adapté à forcer les deux courants d'air concernés, à circuler en circuit ouvert dans l'échangeur.

Avec une telle installation, dans le compartiment d'entrée bas, les barres basses juxtaposées serrées constituent un plafond particulier, doté de fentes étroites calibrées
25 correspondant aux canaux externes des plaques creuses. Dans ces conditions, le courant total d'air froid, qui traverse ce compartiment d'entrée bas, est uniformément réparti en courants individuels, à débits massiques identiques, entre les canaux externes de l'échangeur thermique, malgré la dispersion inévitable des pressions et des vitesses locales du courant total d'air à l'intérieur de ce compartiment bas. En effet, cette répartition est faite
30 à travers des lignes de fentes étroites calibrées créant localement une légère perte de charge (quelques Pascals) qui uniformise les débits divisés sans modifier les températures.

Quant au courant total d'air chaud qui pénètre dans le compartiment d'entrée haute de l'échangeur thermique, il est uniformément réparti en courants individuels, à débits
35 massiques identiques, pénétrant dans l'alignement des embouchures amont des plaques creuses juxtaposées serrées. Il en est ainsi, car ces embouchures sont formées par les empilements juxtaposés serrés des ouvertures identiques des conduits horizontaux relativement étroits de la zone triangulaire supérieure. Dans ces conduits, ces courants

individuels subissent en effet une perte de charge notable (dizaines de Pascals). Ensuite, en changeant de direction tout en conservant leur uniformité, ils circulent à l'intérieur de l'empilement des canaux verticaux plus larges de la zone en parallélogramme des plaques.

5 Grâce à la combinaison de ces différentes dispositions, dans des conditions optimisées, les courants individuels d'air chaud et froid, peuvent, respectivement monter en se réchauffant et descendre en se refroidissant progressivement, dans les canaux externes et internes des plaques creuses verticales de l'échangeur thermique. Cette montée et cette descente se font en écoulements régulés (non perturbés par une convection naturelle à
10 effets aléatoires), dans des canaux relativement étroits, avec des parois présentant une flèche négligeable par rapport à l'épaisseur interne de ces canaux, (typiquement de 3 mm), bordés par des cloisons continues, avec des débits massiques et des températures sensiblement identiques à tous niveaux. Dans ces conditions, le CoP de l'échangeur thermique utilisé est maximisé et la puissance thermique, à fournir ou à retirer à l'air
15 extérieur, venant remplacer l'air tiède vicié évacué, refroidi ou réchauffé, est très fortement diminuée.

On notera que la description ci-dessus, du fonctionnement d'un échangeur thermique de climatisation optimisée, n'est pas limitée au cas particulier commenté. En effet, les plaques creuses selon l'invention fonctionnent aussi bien horizontales que
20 verticales, dès lors que la circulation des courants d'air y est forcée par un ventilateur.

Avant de poursuivre, on notera que la répartition uniforme du débit total d'air chaud, entre les canaux internes de chaque plaque creuse, est obtenue grâce à l'empilement de conduits horizontaux de la zone triangulaire amont. En effet, en l'absence de ces conduits, cette zone triangulaire devient un distributeur d'air dans lequel les extrémités hautes des
25 cloisons, qui séparent les canaux internes de la zone en parallélogramme, opèrent en déflecteurs. Mais ces déflecteurs sont très peu efficaces. En effet, la quasi totalité de la pression dynamique, engendrée par le courant rapide formé par la totalité de l'air, qui circule dans ce distributeur horizontal relativement étroit, pour y être divisé en courants individuels devant circuler à vitesse réduite dans l'empilement des canaux internes
30 verticaux notablement plus larges, est finalement appliquée au bord aval du dernier canal interne de la plaque. Ce bord aval constitue alors une véritable butée pour la quasi-totalité du courant d'air injecté à l'entrée de ce distributeur et, de ce fait, environ 80% de ce courant est dirigé vers ce dernier canal. Ce qui a pour effet de rendre pratiquement inactifs les autres canaux internes de la plaque creuse et donc de provoquer l'effondrement du CoP de
35 tout échangeur thermique, formé par un assemblage de plaques creuses dépourvues de ces empilements de conduits dans leurs zones triangulaires.

Grâce aux caractéristiques nouvelles de ces plaques creuses et de leurs barres, hautes et basses, les échangeurs thermiques, qui les incorporent, opèrent d'une manière

optimisée qui leur procure un CoP proche de sa valeur théorique. En effet, dans de tels échangeurs, chaque double paire de canaux internes et externes se comporte comme la double paire de canaux, interne et externe, d'un double échangeur thermique élémentaire
5 parfait dans lequel pénètrent des courants d'air chaud et froid, à débits massiques et températures respectivement identiques. Il s'en suit que les conclusions de la modélisation peuvent s'appliquer à tout échangeur thermique à plaques creuses et à tout distillateur à courants d'air, perfectionné selon l'invention. Et les Coefficients de Performance CoP de cet échangeur et de ce distillateur peuvent alors atteindre les valeurs théoriques élevées
10 annoncées par leur modélisation. Ce qui permet de notablement diminuer le nombre de plaques creuses d'un échangeur thermique devant échanger une puissance thermique donnée et donc de notablement diminuer le coût total de cet échangeur.

Selon l'invention, dans un distillateur à courants d'air, incorporant de telles plaques
15 creuses nouvelles, juxtaposées verticales, écartées à pas constant, pourvues de leurs barres hautes et basses, ces plaques creuses sont en outre caractérisées en ce que :

- leurs parois sont dotées de garnissages hydrophiles et, entre les lignes continues de reliefs externes verticaux, elles comportent des suites verticales de petits reliefs horizontaux, adaptés à mettre fin à toute coulée irrégulière de liquide dans ces garnissages ; ces reliefs
20 sont écartés à pas constant et ces différentes suites verticales, décalées d'un demi pas;
- des gouttières d'épandage de liquide à distiller sont aménagées dans les barres hautes des plaques creuses ; chaque gouttière possède une section droite en forme de U et un fond percé de fentes calibrées, dotées de bords adaptés à enserrer la bande plane haute, à double garnissage hydrophile, de la plaque creuse suspendue à cette barre haute ;
- 25 - des gouttières de collecte du liquide concentré sont aménagées dans les barres basses des plaques creuses ; ces gouttières sont séparées par des lignes parallèles de fentes étroites calibrées et sont adaptées à coopérer avec les bandes planes basses des plaques creuses, pour collecter sans déborder le liquide concentré gouttant de ces bandes ;
- les deux empilements des ouvertures de ces conduits horizontaux, hauts et bas, ont même
30 hauteur et ils constituent les embouchures latérales, amont et aval, diagonalement opposées d'une plaque creuse;
- les conduits hauts sont notablement plus larges que les conduits bas, afin que soient identiques les pertes de charge totales des courants individuels d'air saturé, entrant chauds dans une plaque creuse et en en sortant refroidis;
- 35 - deux paires de flancs, hauts et bas, incorporant les barres haute et basse d'une plaque creuse, sont accrochées aux deux zones triangulaires de cette plaque, pour constituer, au-dessous les barres hautes et au-dessus des barres basses, deux paires de paravents hauts

et bas recouvrant ces deux zones pour protéger leurs garnissages hydrophiles humides des courants d'air montants ;

5 - ces deux paires de flancs ont des lignes de reliefs externes verticaux équidistants, prolongeant les lignes de reliefs externes jointifs bordant les canaux externes des plaques creuses ; la hauteur des reliefs des flancs hauts est notablement plus grande que celle des flancs bas, afin que soient identiques les pertes de charge totales des courants individuels d'air saturé, circulant de bas en haut dans ces canaux externes et le long de ces flancs hauts et bas ;

10 - la paire de flancs bas comporte une extension latérale à bords jointifs, formant un déversoir saillant, adapté à amener le liquide distillé produit par chaque plaque creuse à s'écouler dans un collecteur d'évacuation, et, entre des reliefs aménagés sur ces bords, des fentes larges pour l'évacuation des courants d'air sortant des plaques creuses.

Grâce à ces dispositions, dans une enceinte de distillation, semblable à l'échangeur
15 thermique de climatisation optimisée, brièvement décrit plus haut, (a) du liquide chaud à distiller est répandu d'une manière uniforme sur les bandes planes hautes à double garnissage hydrophile des plaques creuses, (b) tout écoulement non uniforme dans ce garnissage est rapidement bloqué puis étalé par les petits reliefs horizontaux, typiquement espacés de 3 cm, (c) des courants individuels d'air saturé, à température initiale uniforme
20 basse extrême (résultat de la présence des paravents bas), montent, en écoulements régulés, avec des températures et des débits massiques identiques à tout niveau semblable, dans les chambres individuelles d'évaporation, constituées dans les canaux externes des plaques creuses, (d) des courants individuels d'air saturé, à débits massiques identiques et à température initiale haute extrême (résultat de la présence des paravents
25 hauts), descendent, en écoulements régulés, dans les chambres individuelles de condensation constituées par les canaux internes des zones centrales des plaques creuses. Une telle enceinte de distillation se comporte comme un ensemble de distillateurs élémentaires parfaits, disposés en parallèle. En conséquence, le CoP d'une telle enceinte de distillation est proche de son CoP théorique, sa production journalière de liquide distillé
30 est optimisée et son coût, par unité produite, minimisé en conséquence.

Les caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront d'une manière plus précise, à la suite des descriptions ci-après, faites en référence aux dessins annexés dans lesquels,

35 - la figure 1 représente la vue de face d'une plaque creuse nouvelle ;
- les quatre figures 2 a, b, c, d, représentent les vues des faces internes et externes de la paire de flancs hauts, associés à des plaques creuses pour distillateur ;

- les quatre figures 3 a, b, c, d, représentent les vues des faces internes et externes de la paire de flancs bas, associés à des plaques creuses pour distillateur.

5 Selon la figure 1, est représentée verticale une plaque creuse nouvelle typique 10, destinée à être incorporée, à quelques dizaines, à l'enceinte de distillation d'un distillateur à courants d'air reproduisant le cycle naturel de l'eau. Cette plaque creuse 10 est rectangulaire et comporte une zone centrale 12 en forme de parallélogramme et deux zones d'extrémité 14 et 16 en forme de triangles rectangles. La plaque creuse 10 a typiquement une hauteur
10 de 120 cm, une largeur de 70 cm et une épaisseur hors tout de 8,5 mm. Ses parois sont en polypropylène ou en tout polymère à bonne tenue mécanique à la température maximale de l'enceinte. Ces parois ont une épaisseur typique de 0,25 mm, elles sont thermoformées quasi symétriques et, par ailleurs, pourvues d'un garnissage hydrophile (non représenté), épais de 0,5 mm, notamment réalisé par flocage électrostatique de fines fibres hydrophiles
15 courtes (< 0,5 mm). La zone centrale 12 comprend douze canaux internes plats verticaux 18₁₋₁₂, épais de 3 mm, larges de 5 cm, hauts de 90 cm, et deux bords latéraux 20-21 soudés ou collés, hauts de 90 cm et larges de 10 mm. Ces douze canaux internes 18₁₋₁₂ sont séparés par onze groupes 22₁₋₁₁ de reliefs verticaux, internes et externes, chaque groupe ayant 6 mm de large. La loupe 11 fait voir le profil d'une coupe transversale, au niveau du
20 groupe 22₁, de deux plaques creuses 10 juxtaposées serrées. Dans cette loupe 11, entre les extrémités de deux paires de canaux internes 18₁ et 18₂, et d'une paire de canaux externes 24₁ et 24₂, on voit deux paires de reliefs internes symétriques jointifs 13_{1a} et 13_{2a}, étroits (1 mm au fond), à bords pentus 15_{1a-b} et 15_{2a-b}, qui entourent une paire de reliefs externes symétriques 17 et 19, à bords carrés, large de 3 mm et haut de 4,25 mm. Les paires de
25 reliefs internes symétriques 13₁ et 13₂ sont de préférence collés ou soudés ensemble, pour maximiser la stabilité de la géométrie de la plaque creuse 10. De la sorte, les reliefs externes 17 et 19 forment de longs corps creux souples, destinés à être mis en contact serré avec des corps creux semblables appartenant aux deux plaques creuses contiguës.

Les zones triangulaires 14-16 de la plaque creuse 10 sont constituées par deux
30 ensembles haut et bas de douze conduits horizontaux superposés 26₁₋₁₂ et 28₁₋₁₂, tous hauts de 16 mm, respectivement aboutés aux deux extrémités des douze canaux internes verticaux 18. La largeur des conduits hauts 26 est de 4,2 mm et celle des conduits bas 28, de 3 mm. Les extrémités libres de ces conduits superposés 26-28 forment deux empilements, hauts de 20 cm, constituant des embouchures latérales, amont 30 et aval 32,
35 pour la plaque creuse 10. Dans ces deux zones 14-16, onze cloisons épaisses de 2 mm, formées par des paires jointives de reliefs internes horizontaux à flancs droits, tels 34₁₁ et 36₁₁, assurent les séparations entre les conduits 26-28. Ces paires de reliefs 34 et 36 sont aménagées sur les deux parois de la plaque creuse 10, avec des longueurs croissantes en

14 et décroissantes en 16. La loupe 33 montre les flancs droits 35-37 du relief interne horizontal 36 reliés aux flancs pentus des deux reliefs internes 13₁ et 13₂. Ces flancs droits 35-37 entourent et débordent l'extrémité basse du relief externe 17 des groupes de reliefs verticaux 22. La zone circulaire comprise dans la loupe 33 est représentative des deux faces de la plaque 10 : elle comporte en grisé un garnissage hydrophile 39, réalisé par flocage électrostatique de fibres hydrophiles.

La zone centrale 12 de la plaque creuse 10 comporte, entre deux groupes de reliefs verticaux 22, et entre les bords latéraux de cette plaque 10 et le premier et le dernier relief 22, des séries verticales de petits reliefs horizontaux 38, hauts et larges de 1 mm, à pas constants de 3 cm, décalées d'un demi pas d'une série à l'autre. De la sorte, les séries de reliefs horizontaux 38 de deux plaques creuses contiguës sont intercalées et ne modifient guère les écoulements d'air saturé dans les espaces de séparation des plaques creuses 10. Ces reliefs horizontaux 38 sont des barreaux destinés à bloquer puis étaler tout écoulement irrégulier, notamment aléatoire, du liquide à distiller descendant par gravité et capillarité dans les garnissages hydrophiles de chaque plaque creuse 10.

Les parties haute et basse de chaque plaque creuse 10 sont deux bandes planes 40 et 42 comportant respectivement deux rangées de douze trous 44₁₋₁₂ et 46₁₋₁₂, les trous 44 permettant de suspendre la plaque 10 et les trous 46, de suspendre un dispositif associé décrit plus loin. Quant aux oreillettes 48-50, ce sont des butées pour le liquide à distiller répandu sur la bande plane 40. En outre, pour compléter cette fonction de blocage de fuites de liquide à distiller répandu, les parties externes de ces oreillettes 48-50 prolongent les bords latéraux 20-21 de la plaque 10 et elles sont, comme ces deux bords, dépourvues de garnissage hydrophile 39,

25

Les couples de figures 2a-2b et 2c-2d représentent les vues externes et internes de deux flancs hauts 52-54, sensiblement triangulaires, ayant 0,5 mm d'épaisseur minimale, associés à une plaque creuse de distillation 10 selon l'invention. Les bords supérieurs de ces flancs hauts ont des extrémités saillantes 56-58 et 60-62, destinées à être mises en appui sur des tasseaux aménagés dans le boîtier calorifugé d'une enceinte de distillation. Les bords supérieurs de ces deux flancs hauts 52-54 comportent trois petites découpes 64-66, destinées à servir au calage d'une cuvette d'alimentation en eau du garnissage de la plaque. Sur le côté vertical de ces deux flancs hauts, apparaissent sur les figures 2a-2c les faces de douze petites languettes d'accrochage 68-70 et, sur les figures 2b-2d, les dos de ces languettes, lesquelles sont adaptées à être engagées des deux côtés de chacune des ouvertures des douze conduits horizontaux 26 de la zone triangulaire haute 14, pour fixer ces deux flancs 52-54 sur la plaque 10.

35

Les figures 2a et 2c représentent les vues externes des deux flancs hauts 52-54. Sur chacune de ces vues, apparaissent vingt trois reliefs verticaux équidistants 72-74, onze de ces reliefs étant alignés sur les onze cloisons externes équidistantes 17 ou 19 de la plaque creuse. Ces reliefs 72-74 ont 3 mm de large et 1,05 mm de haut, de sorte que, disposés jointifs entre deux plaques contiguës, ils aménagent vingt quatre couloirs plats, tels 73-75 superposés, ayant 25 mm de large, 2,1 mm d'épaisseur et des longueurs différentes, en fonction de leur rang. Les figures 2b et 2d représentent les vues internes de ces deux flancs 52-54. Sur ces vues, apparaissent les deux éléments 76-78 d'une barre haute 55 de suspension et d'écartement, aménagés pour former, après assemblage, les bords d'une gouttière d'épandage 80, dotée de demies branches verticales 82a-b et 84a-b, de douze ergots creux 86 (en 2b) et de douze tenons creux à parois souples 88 (en 2c et 2d). La bande plane haute 40 de la plaque creuse 10 sera suspendue aux douze ergots 86 par ses douze trous 44, puis les douze tenons 88 seront engagés dans les creux de ces ergots 86 pour constituer douze boutons-pression sécurisant cette suspension. Sur les figures 2b-2d, les parties basses 90-92 des deux éléments 76-78 de la barre haute 55, comportent de petites entailles à bords jointifs formant le fond percé relativement épais (typiquement 3 mm) de la gouttière d'épandage 80. Les bords de ces entailles enserrant la bande plane haute 40 à double garnissage hydrophile de la plaque creuse 10.

Sur les figures 2b-2d, apparaissent onze lignes de pointillés 94 et 96, au pas de 1 cm, correspondant aux onze reliefs internes 34 de la zone triangulaire haute 14 de la plaque creuse 10. Ces pointillés sont des ergots tronconiques hauts de 2,7 mm, à base et sommet de 2 et 1 mm, engagés dans les creux externes, profonds de 2 mm, de ces onze reliefs internes 34. De la sorte, un espace de 0,6 mm environ est aménagé entre la paroi nue de la zone triangulaire 14 et la face interne des flancs hauts 52-54, pour permettre au liquide à distiller chaud de descendre sans entrave dans le garnissage hydrophile 39. Ces flancs hauts 52-54 constituent tout d'abord des paravents hauts 53a et 53b pour ces garnissages humides, les protégeant de tout refroidissement dû aux courants d'air saturé moins chauds montant dans les canaux externes des plaques creuses.

Les couples de figures 3a-3b et 3c-3d représentent les vues externes et internes des deux flancs bas quasi symétriques 100-102, sensiblement triangulaires, associés à une plaque creuse de distillation 10. Ces flancs bas 100-102 sont adaptés à être montés jointifs, accrochés la zone triangulaire basse 16 d'une plaque creuse 10 selon l'invention et suspendus à la bande plane 42 de cette zone. Ces flancs bas 100-102 ont chacun une extension latérale 104-106, légèrement concave, comportant (a) des bords 108-110 à reliefs jointifs 112-114, adaptés à aménager des ouvertures pour l'air refroidi, sortant des plaques creuses d'une enceinte de distillation, et (b) au pied de ces bords 108-110, les parois 116-118 d'un déversoir à bec verseur 120-122, pour le liquide distillé, condensé à l'intérieur de

ces plaques creuses. Sur le côté vertical de ces deux flancs bas 100-102, apparaissent sur les figures 3a-3c les faces de douze petites languettes d'accrochage 124-126 et, sur les figures 3b-3d, les dos de ces languettes, lesquelles sont adaptées à être engagées des deux
5 côtés de chacune des ouvertures des douze conduits horizontaux 28 de la zone triangulaire basse 16, pour fixer ces deux flancs 100-102 sur la plaque 10.

Les figures 3a et 3c représentent les vues externes des deux flancs 100-102. Sur chacune de ces vues, apparaissent vingt trois lignes de reliefs verticaux équidistants 128-130 ayant la même configuration et la même fonction que les lignes de reliefs 72-74 des
10 figures 2a-2c. Ces lignes de reliefs ont 0,75 mm de haut et assemblés jointifs, ils aménagent entre deux plaques, vingt quatre couloirs plats, tel 129, ayant 25 mm de long et 1,5 mm de large. Les figures 3b et 3d représentent les vues internes de ces deux flancs 100-102. Sur ces vues, apparaissent les deux éléments d'une barre basse 103 d'écartement de plaque, aménagés pour former, après assemblage, les bords 132-134 d'une gouttière de collecte de
15 saumure 136, à fond transversal 138 et déversoir 140 ainsi que douze ergots creux 142 (en 3b) et douze tenons creux 144 (en 3c et 3d). Un tenon allongé 133 coopère avec une mortaise allongée 135, pour assurer l'étanchéité du fond de la gouttière de collecte de saumure 136. A la bande plane basse 42 de la plaque creuse 10, les flancs 100-102 seront suspendus par leurs douze ergots 142, engagés dans les douze trous 46 de cette bande
20 plane 42, puis les douze tenons 144 seront engagés dans les creux de ces ergots 142 pour constituer douze boutons-pression sécurisant cette suspension. Sur les figures 3b-3d, apparaissent onze lignes de pointillés tronconiques 146 et 148, ayant la même configuration et la même fonction que les lignes 94-96 des figures 2b-2d, leur hauteur étant de 3,4 mm et l'épaisseur du passage entre la paroi nue de la zone triangulaire 16 et les deux flancs bas
25 est de 1,3 mm. Le pas des barres hautes et basses des plaques creuses est nécessairement constant, imposé par la hauteur des reliefs externes 17-19 montés jointifs, soit 8,5 mm. Les parties supérieures des flancs bas 100-102 constituent des paravents 101a et 101b pour les garnissages humides de la zone 16 en triangle, les protégeant des courants d'air saturé à température basse initiale, montant dans les canaux externes des plaques creuses

30 Grâce à l'ensemble de ces dispositions, dans toute enceinte de distillation, incorporant de telles plaques creuses nouvelles associées à leurs paires de flancs hauts et bas, les courants d'air saturé circulent dans des conditions optimales, c'est-à-dire sensiblement identiques pour ce qui concerne les débits massiques et les températures des courants d'air et des écoulements de liquides, à tous niveaux semblables des canaux
35 externes et internes des plaques creuses. Ce qui permet de maximiser le CoP de cette enceinte de distillation, de maximiser la production quotidienne d'eau distillée et donc de diminuer le coût de l'installation..

L'invention n'est pas limitée aux échangeurs thermiques utilisés pour la climatisation optimisée des immeubles ou pour la distillation efficace des liquides.

5 Dans d'autres domaines de l'industrie, les plaques creuses en polymère, perfectionnées selon l'invention, et tout échangeur thermique entre gaz chaud et froid les incorporant, trouvent des applications. A cet effet, une réticulation des plaques creuses en polymère élargit le domaine de ces applications, puisque un tel traitement permet de notablement relever les plafonds de température (jusqu'à 250°C) et de pression
10 différentielle (jusqu'à 1 bar, avec des parois plus épaisses et des canaux internes et externes de largeur maximale appropriée), en dessous desquels le polymère utilisé conserve ou même améliore quelque peu ses propriétés mécaniques.

Les barres, hautes 55 et basses 103, associées aux plaques creuses pour échangeurs thermiques simples, sont respectivement semblables aux parties hautes des
15 flancs hauts 52-54 et aux parties basses des flancs bas 100-102. Les deux éléments allongés de chacune de ces barres hautes et basses sont dépourvus de tout ce qui est propre (gouttières) à une plaque creuse pour distillateur. En pratique, ils sont réduits à leurs fonctions de suspension et/ou d'écartement des plaques creuses.

Par ailleurs, une plaque creuse pour échangeur thermique simple peut être aisément
20 réalisée par un autre procédé que le thermoformage. En effet, dans une plaque creuse pour échangeur thermique simple, la zone en parallélogramme et les deux zones en triangles peuvent être des pièces en polymère fabriquées séparément, par extrusion, moulage puis collage.

REVENDEICATIONS

1. Plaque creuse rectangulaire (10) en polymère, destinée à être associée à des
5 plaques identiques, juxtaposées écartées à pas constants, pour constituer un échangeur
thermique, entre un gaz chaud et un gaz froid ;

caractérisée en ce que :

- 10 - cette plaque creuse (10) possède une zone creuse centrale (12), en forme de
parallélogramme, et deux zones creuses d'extrémité (14-16), en forme de triangles
rectangles symétriques, par rapport au centre de la plaque, solidaires de la zone creuse
centrale (12) ;
- la zone creuse centrale (12) est constituée par un empilement de canaux internes
parallèles juxtaposés (18₁₋₁₂) ; ces canaux internes ont des sections identiques et sont
bordés par des cloisons (13₁₋₁₁), continues équidistantes ;
- 15 - la zone creuse centrale (12) comporte des lignes continues de reliefs externes (17-19),
correspondant aux cloisons internes (13₁₋₁₁), pour aménager des canaux externes (24₁₋₁₂),
semblables aux canaux internes, entre deux plaques creuses contiguës (10) ;
- les zones creuses triangulaires (14-16) sont constituées par des empilements de conduits
parallèles superposés (26₁₋₁₂ et 28₁₋₁₂) ; les conduits des deux zones ont des sections
20 calibrées respectivement identiques et sont bordés par des cloisons continues (34₁₋₁₁ et 36₁₋₁₁)
et ils sont aboutés aux canaux internes, avec des extrémités libres empilées formant les
embouchures latérales (30-32), diagonalement opposées de la plaque creuse (10) ;
- deux bandes pleines planes (40-42) constituent les extrémités de la plaque creuse (10).

25 2. Plaque creuse (10) selon la revendication 1, caractérisée en ce que :

- une barre haute (55), de suspension et d'écartement, formée par deux éléments quasi
symétriques, allongés (76-78), montés jointifs solidarisés, est associée à chaque bande
haute (40) d'une plaque creuse verticale (10) ;
- cette barre haute (55) possède des extrémités saillantes (56-58-60-62) pour pouvoir
30 prendre appui sur des tasseaux ;
- chaque élément (76-78) de cette barre haute (55) est doté de reliefs externes verticaux
(72-74), adaptés à coopérer avec ceux des barres hautes identiques des deux plaques
creuses (10) contiguës, pour constituer deux lignes de fentes calibrées (73) ;
- chacune de ces fentes ou chaque groupe de ces fentes (73) correspond à l'un des canaux
35 externes (24₁₋₁₂), aménagés de chaque côté de la plaque creuse (10).

3. Plaque creuse (10) selon la revendication 2, caractérisée en ce que l'un (76) des
deux éléments de cette barre haute (55) comprend des ergots creux équidistants (86),

adaptés à être engagés dans des trous (44) percés dans la bande plane haute (40) de la plaque (10), et l'autre (78) de ces éléments comporte des tenons (88), adaptés à former des boutons-pression avec ces ergots creux (86).

5

4. Plaque creuse (10) selon la revendication 1, caractérisée en ce que :

- une barre basse (103) d'écartement, formée par deux éléments quasi symétriques allongés (132-134), montés jointifs solidarisés, est adaptée à être suspendue à chaque bande plane basse (42) d'une plaque creuse verticale (10) ;
- 10 - chaque élément (132-134) de cette barre basse (103) est doté de reliefs externes verticaux (128-130), adaptés à coopérer avec ceux des barres basses identiques des deux plaques (10) contiguës, pour constituer deux lignes de fentes calibrées (129) ;
- chacune de ces fentes ou chaque groupe de ces fentes (129) correspond à l'un des canaux externes (24₁₋₁₂), aménagés de chaque côté de la plaque creuse (10).

15

5. Plaque creuse (10), selon la revendication 4, caractérisée en ce que l'un (134) des éléments de cette barre basse (103) comporte des ergots creux équidistants (142), adaptés à être engagés dans des trous (46₁₋₁₂) percés dans la bande plane basse (42) de la plaque (10), et l'autre (132) de ces éléments comporte des tenons (144), adaptés à former des boutons-pression avec ces ergots creux (142).

20

6. Plaque creuse (10), selon la combinaison des cinq revendications précédentes, destinée à être incorporée à un distillateur à courants d'air, constitué par de telles plaques creuses, juxtaposées verticales, écartées à pas constants,

25

caractérisée en ce que :

- les parois externes de cette plaque (10) sont dotées de garnissages hydrophiles (39) et, entre des lignes continues des reliefs externes verticaux (17-19), elles comportent des suites verticales de reliefs horizontaux (38), adaptés à mettre fin à toute coulée irrégulière de liquide dans ces garnissages ; ces reliefs (38) sont écartés à pas constant et ces différentes
- 30 suites verticales, décalées d'un demi pas ;
- une gouttière (80) d'épandage de liquide à distiller est aménagée dans les deux éléments (76-78) jointifs de sa barre haute (55) ; chaque gouttière (80) possède une section droite en forme de U (82-84) et à fond (90-92) percé de fentes calibrées, dotées de bords adaptés à enserrer la bande plane haute (40), à double garnissage hydrophile, de la plaque creuse
- 35 (10) suspendue à cette barre haute ;
- une gouttière (136) de collecte du liquide concentré est aménagée dans les éléments jointifs (132-134) de sa barre basse (103) ; cette gouttière (136) est séparée de celle de toute plaque creuse contiguë, par une ligne de fentes étroites calibrées et est adaptée à

coopérer avec la bande plane basse (42) de la plaque (10), pour collecter sans déborder le liquide concentré gouttant de cette bande et pour l'évacuer par un déversoir (140) ;

5 - les deux empilements des ouvertures des conduits horizontaux, hauts (26) et bas (28), des zones en triangles (14-16) ont même hauteur ; les conduits hauts (26) sont notablement plus larges que les conduits bas (28), afin que soient identiques les pertes de charge totales des courants individuels d'air saturé, entrant chauds dans une plaque creuse (10) et en en sortant refroidis;

10 - deux paires de flancs, hauts (52-54) et bas (100-102), incorporant les barres haute (55) et basse (103) de la plaque creuse (10), sont accrochées aux deux zones triangulaires (14-16) de cette plaque (10), pour constituer, au-dessous des barres hautes et au-dessus des barres basses, deux paires de paravents hauts (53a-b) et bas (101a-b) recouvrant ces deux zones (14-16) pour protéger leurs garnissages hydrophiles humides (39) des courants d'air montants ;

15 - ces deux paires de flancs (52-54 et 100-102) ont des lignes de reliefs externes (72-74 et 128-130) verticaux équidistants, prolongeant les lignes de reliefs externes jointifs (17-19) bordant les canaux externes (24) des plaques creuses ; la hauteur des reliefs (72-74) des flancs hauts est plus grande que celle des reliefs (128-130) des flancs bas, afin que soient identiques les pertes de charge totales des courants individuels d'air saturé, circulant de bas

20 en haut dans les canaux externes (24) des plaques (10) et le long de ces flancs hauts (52-54) et bas (100-102) ;

- les flancs bas (100-102) comportent une extension latérale (106-108), aménageant un déversoir saillant (116-118-120), pour amener le liquide distillé produit à s'écouler dans un collecteur d'évacuation (192), et des ouvertures entre les bords jointifs (114) de cette

25 extension (106-108), pour les courants d'air saturé refroidis sortant de la plaque creuse .

7. Plaque creuse (10), selon la revendication 1, pour enceinte de distillation, caractérisée en ce que :

- elle possède deux parois quasi symétriques, thermoformées dans une feuille de polymère ;

30 - ces parois comportent, dans la zone en parallélogramme (12) : (a) des groupes équidistants de lignes de reliefs verticaux continus (22_{1-11}) , dans lesquels deux lignes de reliefs internes (13_{1-2}) encadrent une ligne de relief externe (17 ou 19), (b) des marches internes latérales (20-21), (c) des séries verticales de reliefs externes horizontaux (38) à pas constant, aménagés entre ces lignes de reliefs externes verticaux (22), avec un décalage

35 d'un demi pas; et (d) dans les zones en triangles (14-16), des lignes de reliefs internes horizontaux continus équidistants (34_{1-11}) , raccordés aux paires de lignes de reliefs internes verticaux (13_{1-2}) ;

- les canaux internes plats (18₁₋₁₂) sont constitués entre les cloisons formées par les lignes de reliefs internes verticaux (13₁₋₂), montées jointives soudées ou collées ;
- des canaux externes plats (24₁₋₁₂) sont constitués entre les cloisons formées par les lignes de reliefs externes verticaux (17-19) montés jointives, appartenant à deux plaques creuses contiguës,
- les ensembles de conduits internes (26₁₋₁₂ et 28₁₋₁₂) sont constitués, entre les reliefs internes horizontaux (34₁₋₁₁ et 36₁₋₁₁), pour raccorder les extrémités des canaux internes verticaux (18₁₋₁₂) aux embouchures latérales (30-32) de chaque plaque creuse (10) ;
- les reliefs externes horizontaux (38) constituent des suites verticales de barreaux alternativement décalées d'un demi pas, dans les intervalles séparant les creux externes de deux reliefs internes (13₁₋₂) appartenant à deux groupes voisins de reliefs verticaux (22₁₋₁₁) ;
- les parois de chaque plaque creuse (10) comportent un garnissage hydrophile, notamment réalisé par flocage électrostatique de fines fibres hydrophiles très courtes.

15

8. Plaque creuse (10), selon la revendication 1, pour échangeur thermique simple, caractérisée en ce que :

- elle possède deux parois quasi symétriques, thermoformées dans une feuille de polymère ;
- ces parois comportent, dans la zone en parallélogramme (12) : (a) des groupes équidistants de reliefs verticaux (22₁₋₁₁) , dans lesquels deux reliefs internes (13₁₋₂) encadrent un relief externe (17 ou 19), (b) des marches internes latérales (20-21), et (c) ,dans les zones en triangles (14-16), des reliefs internes horizontaux équidistants (34₁₋₁₁ et 36₁₋₁₁), raccordés aux paires de reliefs internes verticaux (13₁₋₂) ;
- les canaux internes plats (18₁₋₁₂) sont constitués entre les cloisons formées par les reliefs internes verticaux (13₁₋₂), montés jointifs soudés ou collés ;
- des canaux externes plats (24₁₋₁₂) sont constitués entre les cloisons formées par les reliefs externes verticaux (17 ou 19) montés jointifs, appartenant à deux plaques creuses (10) contiguës,
- les ensembles de conduits internes (26₁₋₁₂ et 28₁₋₂) sont constitués entre les reliefs internes horizontaux (34₁₋₁₁ et 36₁₋₁₁) pour raccorder les extrémités des canaux internes verticaux (18₁₋₁₂) aux embouchures latérales (30-32) de chaque plaque creuse (10).

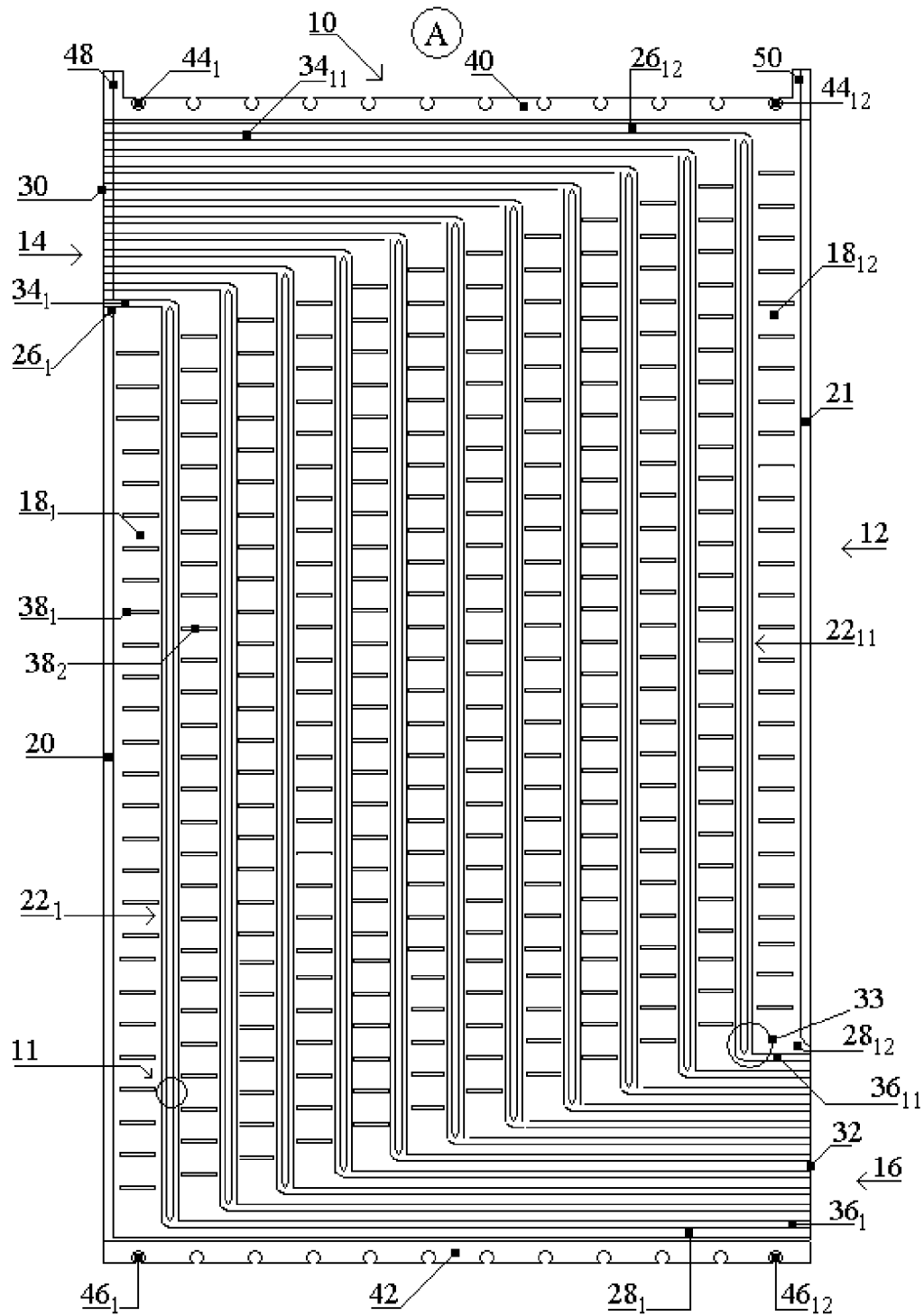


FIGURE 1

