

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 18.04.07.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 24.10.08 Bulletin 08/43.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

71 Demandeur(s) : L'AIR LIQUIDE SOCIÉTÉ ANONYME
POUR L'ÉTUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉ-
DÉS GEORGES CLAUDE — FR.

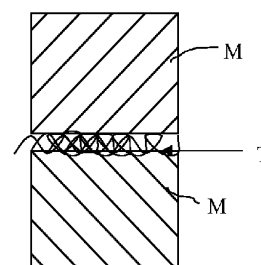
72 Inventeur(s) : CONSTANT JEAN MARC, DEL
CORSO FABRICE, LECLERCQ FRANÇOIS et RON-
ZAUD JACQUES.

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) :

54 COLONNE D'ÉCHANGE DE MATIÈRE ET/OU DE CHALEUR A GARNISSAGES STRUCTURES.

57 Une colonne d'échange de matière et/ou de chaleur
comportant des modules empilés (M) de garnissages struc-
turés de type ondulé-croisé, chaque module étant décalé
angulairement de 90° du module suivant autour de l'axe de
la colonne permettant au moins un élément (T) disposé entre
les modules permettant d'assurer un maintien du film liquide
dans la zone d'interface entre modules.



La présente invention est relative à une colonne d'échange de matière et de chaleur à garnissages structurés, de préférence de type ondulé-croisé, en particulier une colonne de distillation. Les garnissages ondulés-croisés sont constitués par des bandes ondulées comprenant des ondulations alternées
5 parallèles disposées chacune dans un plan général vertical et les unes contre les autres. Les ondulations sont obliques et descendent dans des sens opposés d'une bande à la suivante. Le taux de perforation est d'environ 10 % pour ces garnissages dits ondulés-croisés.

GB-A-1004046 divulgue des garnissages du type ondulé-croisé.

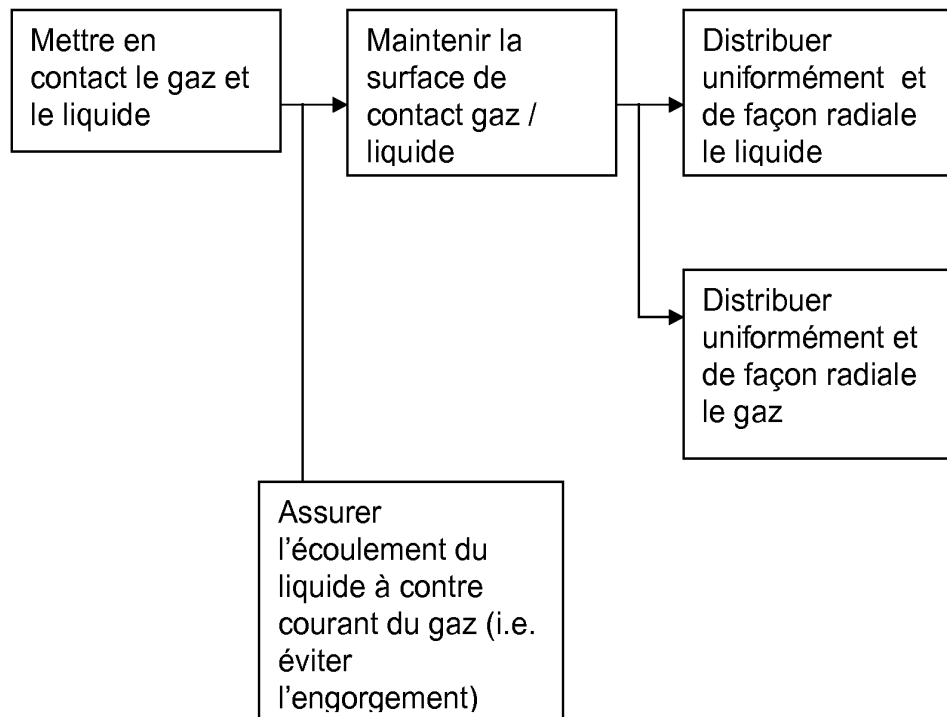
10 CA-A-1095827 propose une amélioration de ce type de garnissage en ajoutant une perforation dense de petit diamètre pour permettre au liquide de transiter de part et d'autre des bandes ondulées croisées.

Ce garnissage est généralement fabriqué à partir de produit plat : des feuilles métalliques sous forme de bandes. Les bandes sont d'abord pliées (ou
15 cintrées) de façon à former une sorte de tôle ondulée en bande dont les ondulations sont obliques par rapport à l'axe de la bande. Les bandes pliées sont ensuite découpées en tronçons puis empilées en retournant alternativement une bande. La Figure 1 représente une vue de perspective isométrique de six bandes de garnissages empilées.

20 Les tronçons de garnissage ainsi obtenus sont appelés modules ou « packs » en langue anglaise.

Dans le cas d'ondulations simples, comme illustré dans les Figures 2 et 3, les différents paramètres permettant de décrire un garnissage ondulé-croisé sont : la hauteur des ondes (H), l'angle de pliage (γ), le rayon de courbure (r)
25 et l'inclinaison des ondes (δ). La Figure 2 est une vue des ondulations dans l'axe des plis et la Figure 3 est une vue schématique de la bande pliée.

Une analyse fonctionnelle du garnissage structuré aboutit à la vision suivante :



Le module de garnissages, comme illustré à la Figure 4, présente donc trois zones distinctes pour le contact gaz / liquide :

- 5 ➤ une zone C dite « courante » à l'intérieur du module de garnissage,
- une zone I dite d'« interface » entre deux modules successifs de garnissage,
- une zone B dite « de bord » entre le module de garnissage et
- 10 la virole de la colonne ou du réacteur.

Dans chacune de ces zones, la géométrie offerte aux écoulements gazeux et liquides est différente.

L'invention a pour but d'améliorer la technologie des garnissages structurés par l'ajout d'éléments jointifs dans la zone dite « d'interface » entre

15 deux modules successifs de garnissage.

La caractéristique structurée du garnissage assure intrinsèquement une bonne réponse aux fonctions dans la zone dite « courante ».

L'importance de la zone d'interface entre packs a été mise en évidence lors des développements des garnissages à interface modifiée (garnissages

20 d'AIR LIQUIDE ou MELLAPACK + de SULZER CHEMTECH).

Une modification légère de l'interface entre packs a permis de repousser l'engorgement donc d'obtenir des gains significatifs de capacité des colonnes à distiller (à relier à la fonction « assurer l'écoulement du liquide à contre – courant du gaz ») en ne dégradant quasiment pas les performances en échange de matière (à relier à la fonction « maintenir la surface de contact gaz / liquide »).

Dans la littérature, cette légère modification d'interface a pour but annoncé, la réduction de la perte de charge gaz à l'interface.

Dans le garnissage ondulé croisé classique, le gaz est contraint de changer de direction selon un angle d'environ 90° pour passer d'un module à l'autre d'où une perte de charge particulièrement importante dans cette zone d'« interface », comme illustré dans la Figure 5a). Dans un garnissage à « interface » modifiée type MELLAPACK +, cette perte de charge particulière est assurée dans la zone courante : le gaz ne change pas de direction à l'« interface » mais avant et après, comme illustré dans la Figure 5b).

Dans la littérature, ce phénomène est souvent analysé en termes d'inventaire liquide dans la partie basse des modules au voisinage de l'« interface » : la perte de charge subie par le gaz au changement de direction provoque une accumulation de liquide dans la zone avoisinante. L'accumulation de liquide provoque un engorgement prématuré de la colonne.

Afin d'augmenter la capacité des colonnes, d'autres moyens de limiter la perte de charge gaz à l'interface entre les modules ont été imaginés :

- US-A-5013492 : divulgue le décalage vertical dans les modules d'une bande de garnissage sur deux afin de réduire la densité au voisinage des interfaces.

- FR-A-9200526 : divulgue l'insertion d'entretoises entre les modules.

- JP-A- 63012101 : divulgue l'insertion de modules de densité inférieure entre les modules de distillation.

- US-A-5632934 : divulgue la réduction de la hauteur de corrugation, le changement de l'inclinaison des canaux ainsi que la réalisation d'ouvertures au voisinage de la base des modules.

- WO-A-97/16247 : divulgue le changement progressif de l'inclinaison des canaux jusqu'à la verticale aux bords des bandes, ainsi que l'installation de caillebotis entre les modules.

Une autre interprétation possible de ces phénomènes est que, à
5 l' « interface » entre modules, entre le moment où le film liquide quitte le module supérieur et où il atteint le module inférieur, ce dernier ne bénéficie plus du maintien par capillarité de la surface du garnissage pour résister à la poussée du gaz montant.

Le film liquide peut donc être plus facilement perturbé et, comme il n'est
10 plus maintenu, il se casse pour se rassembler en grosses gouttes, à l'origine d'un engorgement local. La fonction « assurer l'écoulement du liquide à contre courant du gaz » est donc plus difficilement remplie dans la zone d' « interface » entre modules.

D'autres essais comparant un garnissage classique à une « interface »
15 modifiée par le rajout d'entretoises entre modules mettent en évidence l'importance du guidage du liquide. En effet, ce rajout d'entretoise rallonge le trajet du liquide en chute libre entre deux modules (donc le temps pendant lequel il peut être plus facilement perturbé). Cela peut expliquer la dégradation de capacité observée lors des essais.

20 Un autre moyen d'améliorer l'interface pour repousser l'engorgement semble donc être d'assurer au film liquide un maintien par capillarité même dans la zone d' « interface » (et donc un support pour être mieux drainé).

Dans cet ordre d'idée, des essais en interne ont permis d'évaluer les performances de garnissages structurés monoblocs, c'est à dire un seul
25 module très haut. Ces essais peuvent être analysés comme un essai de garnissages sans zone d' « interface ». Les capacités mesurées ont été supérieures à celles du garnissage classique mais nous avons également obtenu une forte dégradation du transfert de matière. L'interprétation faite alors était que l' « interface » entre modules a une fonction de re-distribution radiale
30 du liquide importante qui n'était donc plus assurée.

A la lumière de ces derniers essais, nous pouvons conclure que l' « interface » entre modules doit être améliorée en trouvant le bon compromis entre les fonctions :

- « re-distribuer radialement liquide et gaz »

et

- « assurer l'écoulement du liquide à contre courant » en maintenant un film liquide par capillarité pour assurer l'écoulement du liquide à contre courant du gaz ».

L'invention consiste à trouver un meilleur compromis entre les fonctions :

- « re-distribuer radialement liquide et gaz »

et

- « assurer l'écoulement du liquide à contre courant » en maintenant un film liquide par capillarité dans la zone d'« interface » entre deux modules successifs de garnissage.

Selon un objet de l'invention, il est prévu une colonne d'échange de matière et/ou de chaleur comprenant des modules empilés de garnissages structurés de type ondulé-croisé, chaque module étant décalé angulairement de 90° du module suivant autour de l'axe de la colonne caractérisée en ce qu'elle comprend au moins un élément disposé entre les modules permettant d'assurer un maintien du film liquide dans la zone d'interface entre modules.

Selon d'autres aspects facultatifs de l'invention :

- au moins un élément disposé entre modules est constitué d'un tampon en laine métallique ;
- la laine métallique est en cuivre ou en acier inoxydable ;
- la densité moyenne de la laine métallique, une fois placée entre les modules, est du même ordre de grandeur que celle des garnissages du module ;
- les modules de garnissages structurés comprennent des garnissages à interface modifiée.

La colonne est de préférence une colonne de distillation, par exemple d'un gaz de l'air, tel qu'une colonne de séparation d'air par distillation cryogénique.

Pour cela elle consiste en l'ajout d'éléments jointifs entre les deux modules permettant :

- d'éviter la rupture du film liquide,

- d'éviter la formation de gouttelettes à l'origine d'engorgement,
- de drainer le liquide accumulé dans la zone avoisinante de l' « interface »,

tout en assurant sa bonne redistribution radiale car les modules restent à 90°.

5 L'invention sera décrite en plus de détail en se référant à la Figure 6 b), la Figure 6a) montrant l'art antérieur.

La colonne comprend au moins deux modules empilés (M) de garnissages structurés de type ondulé-croisé, chaque module étant décalé angulairement de 90° du module suivant autour de l'axe de la colonne.

10 Dans cette figure, deux modules M, placés l'un par-dessus de l'autre, sont reliés par un ou plusieurs tampons de laine métallique T qui assurent le maintien du film liquide.

Le tampon de laine métallique peut être un module de garnissage tricoté, tel que ceux fabriqués par la Société KNITMESH.

15 Les matériaux et densités de ces laines métalliques doivent être sélectionnés :

- la densité de la laine métallique doit être du même ordre de grandeur que la densité moyenne du garnissage du module pour ne pas trop augmenter la perte de charge du gaz ;

20 ➤ les matériaux doivent être compatibles avec les produits avec lesquels ils sont en contact. En particulier, pour la distillation de l'air, des laines métalliques en matériaux peu inflammables (type cuivre) sont recommandées.

A noter que la laine métallique se trouvera comprimée en étant placée entre les deux modules. La densité de laine devant être du même ordre de grandeur que celle des garnissages est celle de la laine, une fois mise en position entre les modules et non pas celle, moins élevée, de la laine avant sa mise en place.

25 Comme pour les modules de garnissages, la laine métallique peut être enfilée dans la colonne sous forme de « matelas » peu épais, disposés entre
30 deux modules.

REVENDICATIONS

- 1) Colonne d'échange de matière et/ou de chaleur comprenant des modules empilés (M) de garnissages structurés de type ondulé-croisé, chaque module étant décalé angulairement de 90° du module suivant autour de l'axe de la colonne caractérisée en ce qu'elle comprend au moins un élément (T) disposé entre les modules permettant d'assurer un maintien du film liquide dans la zone d'interface entre modules.
- 2) Colonne selon la revendication 1 dans laquelle au moins un élément disposé entre modules (M) est constitué de tampons (T) en laine métallique.
- 3) Colonne selon la revendication 2 dans laquelle les laines métalliques sont en cuivre ou en acier inoxydable.
- 4) Colonne selon la revendication 2 ou 3 dans laquelle la densité moyenne de la laine métallique, une fois placée entre les modules, est du même ordre de grandeur que la densité moyenne des garnissages du module.
- 5) Colonne selon l'une des revendications précédentes dans laquelle les modules de garnissages structurés comprennent des garnissages à interface modifiée.
- 6) Colonne de distillation, en particulier d'un gaz de l'air selon une des revendications précédentes.

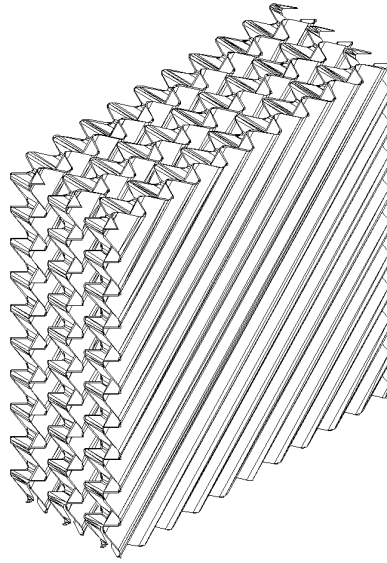
$1/2$ 

FIG. 1

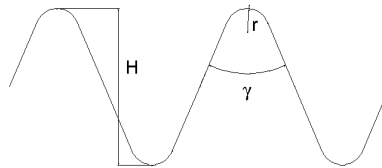


FIG. 2

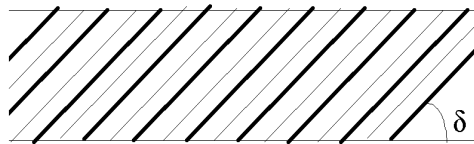


FIG. 3

2/2

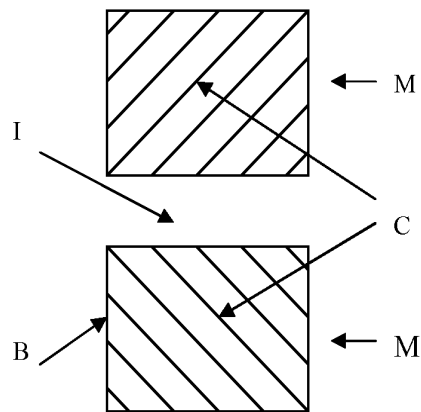


FIG. 4

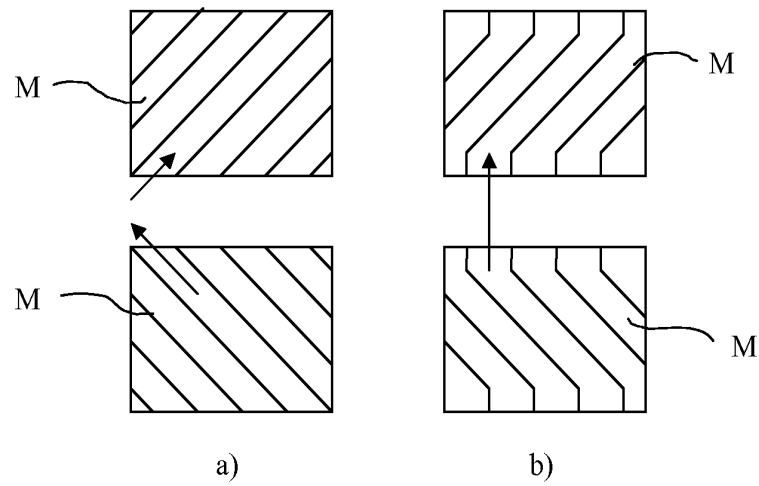


FIG. 5

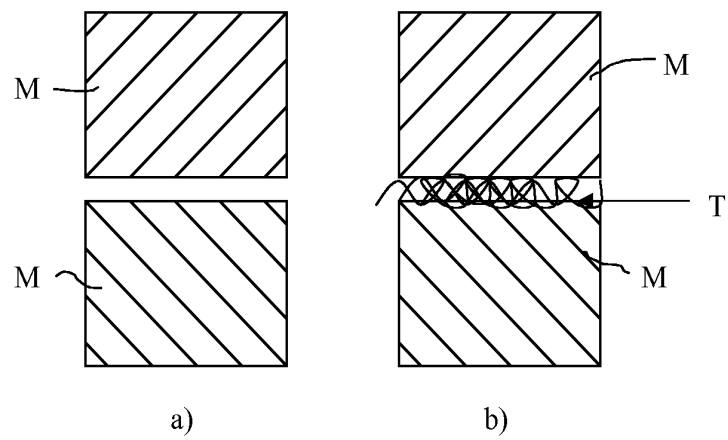


FIG. 6

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 691712
FR 0754543

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
D,A	WO 97/16247 A (SULZER CHEMTECH AG [CH]; PARTEN WILLIAM DAVID [GB]) 9 mai 1997 (1997-05-09) * abrégé * * page 6; figure 1 * * page 3, alinéa 17 - alinéa 19 * * page 4, alinéa 1 - alinéa 3 * * page 7; figures 4,6 * * page 7, alinéa 2 *	1-6	B01J19/32 B01D3/28 F25J3/04
A	EP 1 308 204 A (SULZER CHEMTECH AG [CH]) 7 mai 2003 (2003-05-07) * abrégé * * colonne 3, alinéa 10; figure 1 * * colonne 4, alinéa 16; figure 3 *	1-6	
A	US 4 186 159 A (HUBER MAX [CH]) 29 janvier 1980 (1980-01-29) * abrégé * * colonne 3, ligne 33 - ligne 42; figure 4 *	1-6	
A	DE 10 2004 056419 A1 (MONTZ GMBH JULIUS [DE]) 24 mai 2006 (2006-05-24) * abrégé * * page 2, alinéa 12; figure 1a * * page 3, alinéa 17 - alinéa 19 *	1-6	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
A	US 2003/090009 A1 (ZICH EGON [DE] ET AL ZICH EGON [DE] ET AL) 15 mai 2003 (2003-05-15) * abrégé * * page 2, alinéa 36 - page 3; figure 2 *	1-6	B01J
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
6 novembre 2007		Thomasson, Philippe	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE**RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0754543 FA 691712**

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

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **06-11-2007**

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

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 9716247	A	09-05-1997	AU 7226096 A	22-05-1997
			BR 9611216 A	25-05-1999
			CN 1201404 A	09-12-1998
			DE 69609517 D1	31-08-2000
			DE 69609517 T2	20-06-2002
			EP 0858366 A1	19-08-1998
			ES 2150141 T3	16-11-2000
			JP 11514568 T	14-12-1999
			US 6206349 B1	27-03-2001

EP 1308204	A	07-05-2003	AUCUN	

US 4186159	A	29-01-1980	AU 518077 B2	10-09-1981
			AU 3597678 A	15-11-1979
			BR 7802956 A	26-12-1978
			CA 1093067 A1	06-01-1981
			CH 618006 A5	30-06-1980
			DE 2722556 A1	16-11-1978
			DE 7804885 U1	02-11-1978
			ES 243474 Y	16-06-1980
			FR 2390201 A1	08-12-1978
			GB 1604354 A	09-12-1981
			IT 1095802 B	17-08-1985
			JP 1180176 C	30-11-1983
			JP 54015554 A	05-02-1979
			JP 58011558 B	03-03-1983
			MX 5488 E	26-08-1983
			NL 7803456 A	14-11-1978
			SE 437475 B	04-03-1985
			SE 7805339 A	13-11-1978

DE 102004056419	A1	24-05-2006	EP 1814657 A1	08-08-2007
			WO 2006056419 A1	01-06-2006

US 2003090009	A1	15-05-2003	AU 4058901 A	17-09-2001
			DE 10010810 A1	13-09-2001
			WO 0166213 A1	13-09-2001
			EP 1261404 A1	04-12-2002
			JP 2003525729 T	02-09-2003
