

(18)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication:

0 130 122
A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: 84401284.9

(51) Int. Cl.⁴: **F 25 J 3/00**
F 25 J 3/04, F 28 F 27/02

(22) Date de dépôt: 21.06.84

(30) Priorité: 24.06.83 FR 8310472

(43) Date de publication de la demande:
02.01.85 Bulletin 85/1

(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

(71) Demandeur: **L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE**
75, Quai d'Orsay
F-75321 Paris Cedex 07(FR)

(72) Inventeur: **Petit, Pierre**
Résidence Voltaire 16, rue du Général de Gaulle
F-92290 Chatenay Malabry(FR)

(72) Inventeur: **Grenier, Maurice**
3, rue Camille Tahan
F-75018 Paris(FR)

(72) Inventeur: **Deschamps, Jean-François**
1, avenue du Berry Les Ullis Résidence Jardin Lys
F-91440 Bures-sur-Yvette(FR)

(74) Mandataire: **Jacobson, Claude et al,**
L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE
75, quai d'Orsay
F-75321 Paris Cedex 07(FR)

(54) Procédé et dispositif pour vaporiser un liquide par échange de chaleur avec un deuxième fluide, et leur application à une installation de distillation d'air.

(57) L'oxygène liquide de la colonne basse pression forme un bain (5) au sommet d'un échangeur (2) du type à plaques à passages verticaux (17, 18). Ce liquide est pré-distribué le long d'un passage (17) sur deux au moyen d'une série de trous (27) ménagés par exemple dans les plaques, puis est uniformément distribué de façon fine dans les mêmes passages par un garnissage (24), de façon à former un film liquide ruisselant continu. L'azote gazeux de la colonne moyenne pression est introduit dans les passages (18) restants et est condensé par échange de chaleur avec l'oxygène, qui est vaporisé.

EP 0 130 122 A1

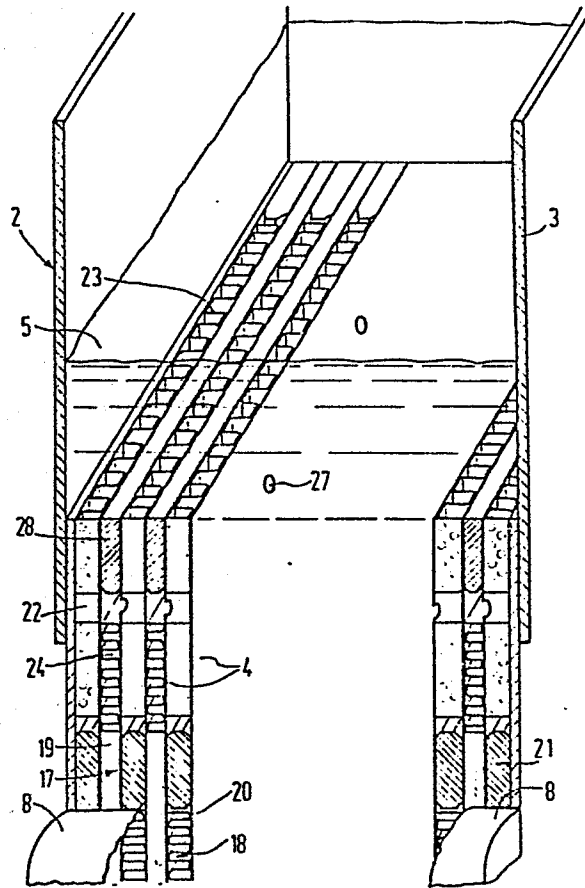


FIG. 2

"PROCÉDE ET DISPOSITIF POUR VAPORISER UN LIQUIDE PAR ECHANGE DE CHALEUR AVEC UN DEUXIEME FLUIDE, ET LEUR APPLICATION A UNE INSTALLATION DE DISTILLATION D'AIR".

La présente invention est relative à la vaporisation d'un liquide par échange de chaleur avec un deuxième fluide au moyen d'un échangeur de chaleur du type à plaques verticales. Elle s'applique en particulier aux installations de distillation de l'air.

5 Dans les installations de distillation de l'air du type à double colonne, l'oxygène liquide qui se trouve en cuve de la colonne basse pression est vaporisé par échange de chaleur avec l'azote gazeux prélevé en tête de la colonne moyenne pression. Pour une pression de fonctionnement donnée de la colonne basse pression, l'écart de
10 température entre l'oxygène et l'azote rendu nécessaire par la structure de l'échangeur de chaleur impose la pression de fonctionnement de la colonne moyenne pression. Il est donc souhaitable que cet écart de température soit le plus faible possible, afin de minimiser les dépenses liées à la compression de l'air à traiter injecté dans la colonne moyenne
15 pression.

Pour atteindre ce but, on a proposé d'alimenter l'échangeur de chaleur en oxygène liquide par le haut, en assurant le ruissellement de ce liquide le long de tubes de grande longueur (jusqu'à 6 m environ).

Des performances remarquables ont ainsi été obtenues du point
20 de vue de l'échange de chaleur, mais ceci au prix de sérieuses difficultés technologiques. En effet, notamment lorsque des débits d'oxygène importants doivent être traités, il se pose des problèmes de réalisation d'une multitude de longs tubes résistant à la pression extérieure de l'azote, ainsi que d'autres problèmes liés à la présence de
25 plaques d'extrémité en acier inoxydable de forte épaisseur.

L'invention a pour but de fournir des moyens pour obtenir des performances d'échange de chaleur au moins aussi bonnes mais de façon plus fiable et plus économique.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé pour vaporiser
30 un liquide par échange de chaleur avec un deuxième fluide au moyen d'un échangeur de chaleur comprenant un corps parallélépipédique formé d'un assemblage de plaques verticales parallèles définissant entre elles une multitude de passages plats, procédé du type dans lequel on envoie le liquide dans un premier ensemble de passages et le deuxième fluide dans
35 les passages restants, caractérisé en ce qu'on distribue le liquide en deux stades à l'extrémité supérieure des passages dudit premier ensemble, sur toute la longueur horizontale de ceux-ci, les deux stades comprenant

une prédistribution grossière du liquide sur toute la longueur des passages dudit premier ensemble, puis une distribution fine sur toute la longueur de ces passages du liquide ainsi prédistribué. De préférence, le débit de liquide est adapté pour assurer en permanence la présence d'un
5 film liquide sur pratiquement toute l'étendue de toutes les parois contenues dans chacun des passages dudit premier ensemble.

L'invention a également pour objet un échangeur de chaleur destiné à la mise en oeuvre d'un tel procédé. Cet échangeur est caractérisé en ce qu'il comprend des moyens de prédistribution du liquide
10 débouchant sur des moyens de distribution fine du liquide disposés à l'extrémité supérieure de chacun des passages dudit premier ensemble.

Dans un mode de réalisation particulièrement efficace de l'échangeur suivant l'invention, les moyens de prédistribution comprennent des ouvertures, notamment une rangée horizontale de trous, et
15 des moyens de retenue pour former un bain de liquide au-dessus de ces ouvertures ; lesdits moyens de distribution fine peuvent comprendre un garnissage, ou bien, lorsque lesdites ouvertures sont ménagées dans les plaques de l'échangeur, une surface d'étalement des jets de liquide sortant de ces ouvertures.

20 L'invention a encore pour objet une installation de distillation d'air du type à double colonne, dans laquelle le liquide de cuve de la colonne moyenne pression est mis en relation d'échange thermique avec le gaz de tête de la colonne basse pression au moyen d'un échangeur de chaleur tel que défini ci-dessus, cette installation
25 comprenant des moyens d'alimentation pour fournir le liquide auxdits moyens de prédistribution, et des moyens d'alimentation en gaz des passages dudit deuxième ensemble.

Plusieurs exemples de mise en oeuvre de l'invention vont maintenant être décrits en regard des dessins annexés. Sur ces dessins :
30 - la figure 1 est un schéma partiel d'une installation de distillation d'air conforme à l'invention ;
- la figure 2 est une vue schématique partielle en perspective, avec arrachement, d'un échangeur de chaleur équipant l'installation de la figure 1 ;
35 - la figure 3 est une vue analogue d'une variante de l'échangeur de chaleur de la figure 2 ;

- les figures 4 et 5 représentent respectivement en perspective deux variantes d'un détail de l'échangeur de la figure 3 ;
- la figure 6 est une vue partielle en perspective, avec arrachements, d'un autre échangeur de chaleur conforme à l'invention ;
- 5 - la figure 7 est une vue schématique en coupe d'une partie d'un échangeur de chaleur suivant un autre mode de réalisation de l'invention ; et
- la figure 8 est une vue analogue d'une variante de l'échangeur de la figure 7.

10 Dans les différents modes de réalisation qui vont être décrits ci-dessous, on désignera par les mêmes références les éléments identiques ou correspondants.

La figure 1 illustre une possibilité d'implantation d'un échangeur de chaleur oxygène-azote dans une installation de distillation
15 d'air du type à double colonne. Cette installation comprend une colonne moyenne pression 1 au bas de laquelle est injecté l'air à traiter, sous une pression de l'ordre de 6 bars absolus. Le liquide enrichi en oxygène qui est recueilli en cuve de la colonne 1 est envoyé en reflux au milieu de la hauteur d'une deuxième colonne (non représentée), dite colonne
20 basse pression, qui fonctionne légèrement au-dessus de la pression atmosphérique. L'azote gazeux qui se trouve en tête de la colonne 1 est mis en relation d'échange de chaleur avec l'oxygène liquide recueilli en cuve de la colonne basse pression ; l'azote condensé résultant sert de reflux dans la colonne 1 et dans la colonne basse pression, tandis que
25 l'oxygène vaporisé résultant est renvoyé au bas de la colonne basse pression.

L'échange de chaleur entre l'oxygène et l'azote s'opère dans un échangeur 2 qui est monté au-dessus de la colonne 1, tandis que la colonne basse pression est juxtaposée à cette dernière.

30 L'échangeur 2 est constitué d'une enveloppe étanche 3 dont l'essentiel de la hauteur contient un ensemble de plaques parallèles 4 de forme rectangulaire en aluminium, d'une longueur de l'ordre de 1 à 1,5 m et d'une hauteur de l'ordre de 3 à 6 m, entre lesquelles des ondes également en aluminium sont fixées par brasage.

35 L'espace situé au-dessus des plaques 4 renferme un bain d'oxygène liquide 5 alimenté par une conduite 6 provenant de la cuve de la colonne basse pression et munie d'une pompe (non représentée). Cette

dernière peut être commandée par un régulateur du niveau du bain 5, que l'on a schématisé par un tube 6A de mesure de niveau, ou, en variante, par un régulateur de débit. Au sommet de l'échangeur 2 est prévue une conduite 7 de renvoi au bas de la colonne basse pression de l'oxygène 5 vaporisé au-dessus du bain 5, résultant des entrées de chaleur au niveau de la pompe et des tuyauteries.

L'ensemble de plaques 4 est alimenté à sa partie supérieure en azote gazeux par une boîte d'alimentation horizontale 8 qui communique par une conduite 9 avec la tête de la colonne moyenne pression 1. 10 L'évacuation de l'azote condensé s'effectue à la base des plaques 4 par une boîte collectrice horizontale 10 qui communique par une conduite 11 avec une rigole gardée 12 disposée en tête de la colonne 1. Sur la boîte 10 est piqué un tuyau 13 d'évacuation des gaz rares incondensables.

Une conduite 14 relie la cuve de la colonne basse pression à 15 l'espace situé dans l'enveloppe 3 au-dessous des plaques 4. Cette conduite pénètre verticalement dans cet espace par le point bas de l'enveloppe 3, et son extrémité supérieure est surmontée d'un déflecteur conique 15. Du fond de l'enveloppe 3 part également une conduite 16 destinée à ramener en cuve de la colonne basse pression l'oxygène liquide 20 en excès.

La structure de la partie active de l'échangeur 2, c'est-à-dire de l'ensemble de plaques 4, va maintenant être décrite en regard de la figure 2.

Dans cette région de l'échangeur, l'enveloppe 3 a une forme 25 parallélipédique. Les plaques 4 définissent une multitude de passages destinés alternativement à l'écoulement de l'oxygène (passages 17) et à l'écoulement de l'azote (passages 18). Sur la majeure partie de leur hauteur, les passages 17 et 18 contiennent chacun une onde 19 constituée d'une tôle d'aluminium perforée ondulée à génératrices verticales.

30 Les ondes 19 des passages d'azote se terminent, en haut comme en bas, avant les ondes 19 des passages d'oxygène. En bas des plaques 4, ces ondes des passages 18 sont prolongées par des ondes obliques de collection d'azote (non représentées) qui aboutissent à l'entrée de la boîte collectrice 10. A leur extrémité supérieure, ces mêmes ondes 19 35 sont prolongées par des ondes obliques 20 de distribution d'azote qui débouchent à la sortie de la boîte d'alimentation 8. Au-dessus des ondes 20, les passages 18 d'azote sont fermés par des barres horizontales 21.

Des barres analogues ferment l'extrémité inférieure des passages d'azote au-dessous des zones de collection de l'azote. Au-dessus des barres 21, chaque passage d'azote comporte un réservoir d'oxygène liquide 22 contenant une onde verticale 23 en tôle d'aluminium perforée, à 5 génératrices verticales, dont l'épaisseur et le pas sont nettement supérieurs à ceux des ondes 19. Les ondes 23 ont uniquement une fonction d'entretoises entre les plaques 4, de façon à permettre l'assemblage de l'échangeur par une unique opération de brasage. Les réservoirs 22 sont ouverts vers le haut pour communiquer avec le bain d'oxygène liquide 5. 10 Les ondes 19 des passages d'oxygène 17 s'étendent vers le bas jusqu'à l'extrémité inférieure des plaques 4, de sorte que ces passages sont ouverts vers le bas. Ces ondes s'étendent vers le haut jusqu'au bord supérieur des barres 21, puis sont prolongées par un garnissage 24. Ce dernier est constitué par une onde du type "serrated" qui est illustrée 15 plus en détail sur la figure 6.

Comme on le voit sur cette figure 6, l'onde 24 est une tôle d'aluminium non perforée à génératrices horizontales (disposition dite en "hard way" par rapport à l'écoulement de l'oxygène liquide). A intervalles réguliers, chaque facette horizontale ou pseudo-horizontale 20 25 de l'onde 24 est pourvue d'un crevé 26 décalé vers le haut d'un quart de pas d'onde. La largeur des crevés 26, mesurée le long d'une génératrice de l'onde, est du même ordre que la distance qui sépare chacun d'eux des deux crevés adjacents situés sur la même facette 25.

En revenant à la figure 2, chaque plaque 4 comporte, au-dessus 25 du garnissage 24, une rangée horizontale de trous 27 disposés à intervalle régulier sur toute la longueur de l'échangeur, les trous des plaques successives étant disposés à la même hauteur mais en quinconce. En variante, ces trous pourraient d'ailleurs être prévus seulement dans une plaque sur deux. Juste au-dessus de ces trous, les passages d'oxygène 30 sont fermés par des barres horizontales 28, disposées à l'extrémité supérieure des plaques 4. Pour éviter le risque d'obstruction de certains trous 27 par des ondes 23, celles-ci sont interrompues sur une courte hauteur au niveau desdits trous.

En fonctionnement, le dispositif de régulation de la pompe 35 d'alimentation de l'échangeur 2 en oxygène liquide maintient au-dessus des plaques 4 un niveau du bain 5 suffisant pour vaincre les diverses pertes de charge qui s'opposent à l'écoulement de l'oxygène. La hauteur

d'oxygène liquide au-dessus des plaques 4 est par exemple de l'ordre de 20 cm.

L'oxygène liquide remplit les réservoirs 22 et passe par les trous 27, à un débit défini par la section de passage de ces derniers et par la hauteur de liquide qui le surmonte. Comme cette hauteur est constante en régime établi, le débit d'oxygène liquide est celui fourni par la pompe de remontée de ce liquide. Les trous 27 assurent donc une prédistribution grossière de l'oxygène liquide tout le long des passages 17, et l'oxygène liquide ainsi pré-distribué parvient sur le garnissage 24, lequel en assure une distribution fine sur toute la longueur de chaque passage 17. L'oxygène liquide aborde ainsi les ondes 19 en ruisselant de façon parfaitement uniforme sur toutes les parois (ondes 19 et plaques 4) des passages qui lui sont affectés, c'est-à-dire en formant sur ces parois un film continu descendant.

En même temps, l'azote gazeux parvient dans l'échangeur par la boîte 8 et les ondes de distribution 20, puis s'écoule vers le bas le long des passages 18. Ce faisant, il cède progressivement de la chaleur à l'oxygène liquide qui se trouve dans les passages adjacents 17, de sorte que l'oxygène se vaporise et que, simultanément, l'azote se condense.

L'azote condensé est recueilli dans la boîte 10 et s'écoule dans la conduite 11 jusqu'à la rigole 12. Lorsque la hauteur d'azote liquide dans la conduite 11 est suffisante pour vaincre la pression qui règne dans la colonne moyenne pression 1, ce liquide déborde de la rigole et tombe en reflux dans la colonne moyenne pression après qu'une partie ait été prélevée par une conduite 11A pour assurer le reflux de la colonne basse pression. Il se crée ainsi une aspiration dans les passages 17, ce qui assure la circulation de l'azote.

La débit d'oxygène liquide est réglé de façon à garantir un excès d'oxygène liquide sur toute la hauteur des plaques 4. En effet, une vaporisation totale de l'oxygène dans une région des passages 17 conduirait à cet emplacement à une concentration de l'acétylène dissous dans l'oxygène liquide, ce qui pourrait provoquer une explosion locale. Indépendamment de ce risque d'explosion, il en résulterait aussi une baisse de performance de l'échangeur par neutralisation de la surface non mouillée. Ce risque est limité grâce à la grande efficacité de la distribution fine assurée par le garnissage 24. Cependant, par sécurité, on préfère travailler avec un excès d'oxygène liquide, généralement du

même ordre que le débit d'oxygène vaporisé.

Par conséquent, un mélange diphasique oxygène gazeux-oxygène liquide sort par l'extrémité inférieure des passages 17 ; ce mélange se sépare dans la partie inférieure de l'enveloppe 3, les phases liquide et 5 vapeur retournant respectivement à la cuve de la colonne basse pression par les conduites 16 et 14.

La demanderesse a constaté qu'un tel échangeur peut fonctionner de façon parfaitement fiable avec un écart de température très faible, de l'ordre de 0,5 °C, entre l'azote et l'oxygène, ce qui permet par 10 conséquent de comprimer l'air entrant dans l'installation de distillation dans des conditions très économiques.

Dans le mode de réalisation de la figure 2, on voit que la distribution de l'oxygène liquide est entièrement réalisée lorsque le fluide arrive dans la zone d'échange de chaleur avec l'azote. Dans la 15 variante de la figure 3, au contraire, l'oxygène est mis en relation d'échange thermique avec l'azote dès le début de l'opération de distribution fine.

Pour cela, les barres 21 qui limitent supérieurement les passages 18 sont disposées à l'extrémité supérieure des plaques 4, comme 20 les barres 28. De plus, les trous 27 sont supprimés et remplacés par des trous verticaux 29 percés à intervalles réguliers dans les barres 28, tout le long de celles-ci.

Dans cette variante, l'oxygène liquide du bain 5 s'écoule par les trous 29, à un débit correspondant à celui de la pompe de remontée de 25 l'oxygène liquide, et est ainsi prédistribué sur toute la longueur des passages 17 ; ces liquides tombent alors sur le garnissage 24 situé juste au-dessous (ce garnissage a été représenté très schématiquement sur la figure 3). Comme précédemment, le garnissage 24 assure une distribution fine uniforme de l'oxygène liquide sur toute la longueur des passages 17, 30 et ce liquide ruisselle ensuite le long des ondes 19 et des parois 4 correspondantes. L'échange de chaleur entre l'oxygène et l'azote commence pendant le passage de l'oxygène liquide à travers les garnissages 24, lesquels se trouvent au même niveau que les ondes 20 de distribution de l'azote gazeux.

35 Comme illustré à la figure 4, les trous 29 des barres 28, au lieu d'être d'un diamètre constant sur toute la hauteur de ces barres, peuvent avoir un diamètre élargi dans la plus grande partie de leur

hauteur par un contre-alésage 29A réalisé à partir du bas.

La figure 5 montre que des trous analogues peuvent également être obtenus par perforation de l'âme supérieure 30 de profilés en U constituant les barres 28. L'avantage de ces deux réalisations réside
5 dans le fait que la partie utile des trous 29, qui définit la section de passage de l'oxygène liquide, est de courte longueur et donc moins sujette à l'apparition de bouchages ou de vaporisation indésirable.

Dans les échangeurs de chaleur des figures 2 et 3, l'oxygène vaporisé s'évacue par le bas en même temps que l'oxygène liquide en
10 excès. Dans le mode de réalisation de la figure 6, au contraire, l'oxygène vaporisé est libre de s'évacuer à la fois par le haut et par le bas.

L'échangeur de la figure 6 est identique à celui de la figure 2 du bas des plaques 4 jusqu'au niveau du bord supérieur des barres 21 qui
15 limitent supérieurement les passages d'azote 18.

Juste au-dessus de ces barres 21, chaque plaque 4 comporte une rangée horizontale de trous 31. Au-dessus de ceux-ci, les plaques 4 s'étendent sur une hauteur importante, jusqu'à un niveau supérieur à celui de la surface libre du bain 5 d'oxygène liquide. Dans les
20 intervalles situés au-dessus des barres 21 sont disposées des ondes - entretoises 32 à génératrices verticales analogues aux ondes 23 de la figure 2. Dans les intervalles restants, un espace libre 33 est prévu au niveau des trous 31, au-dessus des ondes 19, et cet espace est surmonté, de bas en haut par le garnissage 24 précédemment décrit, par une barre 28
25 à trous 29 analogue à celles de la figure 3, et par une onde-entretoise 34 analogue aux ondes 32 mais à génératrices horizontales.

L'alimentation du bain 5 s'effectue latéralement par une boîte d'alimentation 35 située au-dessus de la boîte 8 et débouchant dans les espaces occupés par les ondes 34. Pour cela, les barres 36 qui ferment de
30 ce côté les passages 17 d'oxygène ne s'étendent vers le haut que jusqu'au niveau du bord supérieur des barres 28.

En fonctionnement, on maintient dans la boîte 35 un niveau d'oxygène liquide constant approprié. Le bain 5 surmonte les barres 28 et, comme à la figure 1, l'oxygène liquide s'écoule par les trous 29 dans
35 le garnissage 24, qui le distribue uniformément de façon fine, puis ruisselle dans les passages 17 en échange de chaleur avec l'azote contenu dans les passages 18. L'oxygène vaporisé peut s'évacuer soit vers le bas,

comme précédemment, soit vers la haut en passant par les trous 31 et les espaces contenant les ondes 32, comme indiqué par des flèches sur la figure 6.

Dans ce mode de réalisation, on peut également, en variante, fermer les passages 17 à leur extrémité inférieure et recueillir l'oxygène liquide au moyen d'une onde oblique de collection et d'une boîte collectrice horizontale reliée par une conduite au bain d'oxygène liquide situé en cuve de la colonne basse pression. Dans ce cas, la totalité de l'oxygène vaporisé sort de l'échangeur par le haut, de la façon décrite ci-dessus.

L'échangeur de chaleur illustré à la figure 7 ne diffère de celui de la figure 2 que par la manière dont l'oxygène est distribué et évacué. En effet, dans chaque passage 17, le garnissage 24 est supprimé ; les jets d'oxygène liquide 37 sortant des trous 27 frappent la plaque 4 en regard et s'étalent sur celle-ci. L'espacement et le diamètre de ces trous sont choisis de manière que les nappes d'ailure parabolique ainsi formées se rejoignent en une nappe continue un peu au-dessus des ondes d'échange thermique 19. Ainsi, la prédistribution de l'oxygène est encore assurée par les trous 27, tandis que sa distribution fine est assurée par les plaques 4 elles-mêmes.

Ce mode de distribution est particulièrement simple et présente l'avantage de ne pas créer d'obstacle important à l'évacuation de l'oxygène vaporisé par le haut des passages 17, comme représenté. L'extrémité inférieure des passages 17 peut alors être soit obturée et pourvue de moyens de collection de l'excès d'oxygène liquide, soit ouverte pour laisser également à l'oxygène gazeux la possibilité de s'évacuer par le bas.

Pour améliorer l'étalement des jets d'oxygène liquide sur la plaque 4, on peut modifier localement l'état de surface de celle-ci, en particulier par striage, de préférence horizontal, et/ou prévoir un obstacle horizontal 38 en saillie sur cette plaque au-dessus des jets, comme représenté en trait interrompu. L'amélioration de l'étalement des jets permet, pour un débit donné, d'utiliser des trous 27 plus grands en plus petit nombre, ce qui réduit le risque de bouchage de ces trous par des particules en suspension dans le liquide.

En variante (figure 8), les zones d'étalement des jets peuvent être prévues sur des plaques supplémentaires 39 accolées aux plaques 4.

La région de l'échangeur située au-dessus des barres 21 ne nécessite aucune onde. Pour l'assemblage de l'échangeur par brasage, on peut disposer dans cette région, entre les plaques 4, des cales d'épaisseur que l'on retire ensuite, les plaques 39 étant éventuellement
5 rapportées ultérieurement. En variante, comme représenté, on peut utiliser comme entretoises des ondes 23 en tôle forte et à grand pas, ces ondes étant interrompues au niveau des trous 27 et dans les zones d'étalement des jets. A la figure 8, on a représenté dans les passages
10 des trous 27, avec une zone striée 40 en regard de ces trous et une autre zone striée 41 entre l'onde 23 et l'onde 19. Cette figure 8 montre par ailleurs que de telles ondes 23 permettent la mise en place simultanée des plaques supplémentaires 39.

En variante, on peut prévoir des trous 27 dans toutes les
15 plaques 4, avec bien entendu un décalage convenable, afin d'alimenter chaque passage 17 avec deux nappes d'oxygène liquide.

Dans chaque mode de réalisation de l'échangeur suivant l'invention, le circuit d'azote est classique. On peut donc le remplacer par d'autres types connus de circuits d'azote, notamment par ceux décrits
20 dans le brevet FR. 78.20.757 de la demanderesse.

Par ailleurs, un ou plusieurs échangeurs de chaleur suivant l'invention peuvent être installés à l'intérieur d'une double colonne de distillation d'air dont la colonne basse pression est superposée à la colonne moyenne pression.

REVENDICATIONS

1. - Procédé pour vaporiser un liquide par échange de chaleur avec un deuxième fluide au moyen d'un échangeur de chaleur (2) comprenant un corps parallélépipédique formé d'un assemblage de plaques verticales parallèles (4) définissant entre elles une multitude de passages plats (17,18), procédé du type dans lequel on envoie le liquide dans un premier ensemble de passages (17) et le deuxième fluide dans les passages restants (18), caractérisé en ce qu'on distribue le liquide en deux stades à l'extrémité supérieure des passages (17) dudit premier ensemble, sur toute la longueur horizontale de ceux-ci, les deux stades comprenant une prédistribution grossière du liquide sur toute la longueur des passages (17) dudit premier ensemble, puis une distribution fine sur toute la longueur de ces passages du liquide ainsi prédistribué.

2. - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la débit de liquide est adapté pour assurer en permanence la présence d'un film liquide sur pratiquement toute l'étendue de toutes les parois (4,19) contenues dans chacun des passages dudit premier ensemble (17).

3. - Procédé suivant l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce qu'on oblige le gaz résultant de la vaporisation du liquide ainsi que le liquide en excès à sortir de l'échangeur (2) par le bas.

4. - Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'on prélève le liquide dans un bain (5) de liquide prévu au sommet de l'échangeur.

5. - Procédé suivant la revendication 4, caractérisé en ce que ledit bain de liquide est à niveau réglé.

6. - Procédé suivant l'une des revendications 4 et 5, caractérisé en ce qu'on met les passages (17) dudit premier ensemble en communication avec un espace libre situé au-dessus du bain (5) de liquide.

7. - Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'on envoie dans ledit premier ensemble de passages (17) un excès de liquide du même ordre que le débit de liquide vaporisé.

8. - Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que le liquide est de l'oxygène liquide et le deuxième fluide de l'azote gazeux en cours de condensation.

9. - Echangeur de chaleur pour la mise en oeuvre d'un procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens (21,27;28,29,29A) de prédistribution du liquide débouchant sur des moyens (24 ; 4 ; 40, 41) de distribution fine du
5 liquide disposés à l'extrémité supérieure de chacun des passages (17) dudit premier ensemble.

10. - Echangeur de chaleur suivant la revendication 9, caractérisé en ce que les moyens de prédistribution comprennent des ouvertures (27 ; 29, 29A), notamment une rangée horizontale de trous, et
10 des moyens de retenue (21, 28) pour former un bain de liquide (5) au-dessus de ces ouvertures.

11. - Echangeur de chaleur suivant la revendication 10, caractérisé en ce que lesdits moyens de retenue comprennent des barres (21) limitant les passages (18) dudit deuxième ensemble à leur extrémité
15 supérieure, à une certaine distance de l'extrémité supérieure des plaques verticales (4), lesdites ouvertures (27) étant percées dans les plaques au-dessus de ces barres.

12. - Echangeur de chaleur suivant la revendication 10, caractérisé en ce que lesdits moyens de retenue comprennent des barres
20 (28) limitant les passages (17) dudit premier ensemble à leur extrémité supérieure, lesdites ouvertures (29, 29A) étant ménagées verticalement dans ces barres.

13. - Echangeur de chaleur suivant la revendication 12, caractérisé en ce que chaque ouverture (29,29A) est constituée par un
25 trou contre-alésé.

14. - Echangeur de chaleur suivant la revendication 12, caractérisé en ce que chaque barre (28) est un profilé en U ouvert vers le bas et comportant dans son âme (30) une série de trous (29).

15. - Echangeur de chaleur suivant l'une quelconque des
30 revendications 10 à 14, pour la mise en oeuvre d'un procédé suivant la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens (31) pour faire communiquer une région des passages (17) dudit premier ensemble située au-dessous des moyens de distribution fine (24) avec un espace libre situé au-dessus du bain (5).

35 16. - Echangeur de chaleur suivant les revendications 12 et 15 prises ensemble, caractérisé en ce que les plaques (4) s'étendent jusqu'au-dessus du niveau du bain (5), en ce que des barres

supplémentaires (21) limitent vers le haut les passages (18) dudit deuxième ensemble, et en ce que lesdits moyens de communication comprennent des ouvertures (31) ménagées dans les plaques (4) au-dessus de ces barres supplémentaires et au-dessous desdits moyens de
5 distribution fine (24).

17. - Echangeur de chaleur suivant l'une quelconque des revendications 9 à 16, caractérisé en ce que lesdits moyens de distribution fine (24) comprennent un garnissage.

18. - Echangeur de chaleur suivant la revendication 12,
10 caractérisé en ce que le garnissage (24) est constitué par une onde à génératrices horizontales et à décalage vertical partiel.

19. - Echangeur de chaleur suivant la revendication 11, caractérisé en ce que lesdits moyens de distribution fine (4 ; 40, 41) comprennent une surface d'étalement des jets de liquide sortant desdites
15 ouvertures (27).

20. - Echangeur de chaleur suivant la revendication 19, caractérisé en ce que ladite surface (40, 41) est striée, de préférence horizontalement.

21. - Echangeur de chaleur suivant la revendication 19,
20 caractérisé en ce que ladite surface (4) porte un relief (38) situé au-dessus des jets.

22. - Echangeur de chaleur suivant l'une quelconque des revendications 9 à 21, caractérisé en ce que lesdits moyens de distribution fine (24) sont disposés au même niveau qu'un dispositif (20)
25 de répartition du deuxième fluide dans les passages (18) dudit deuxième ensemble.

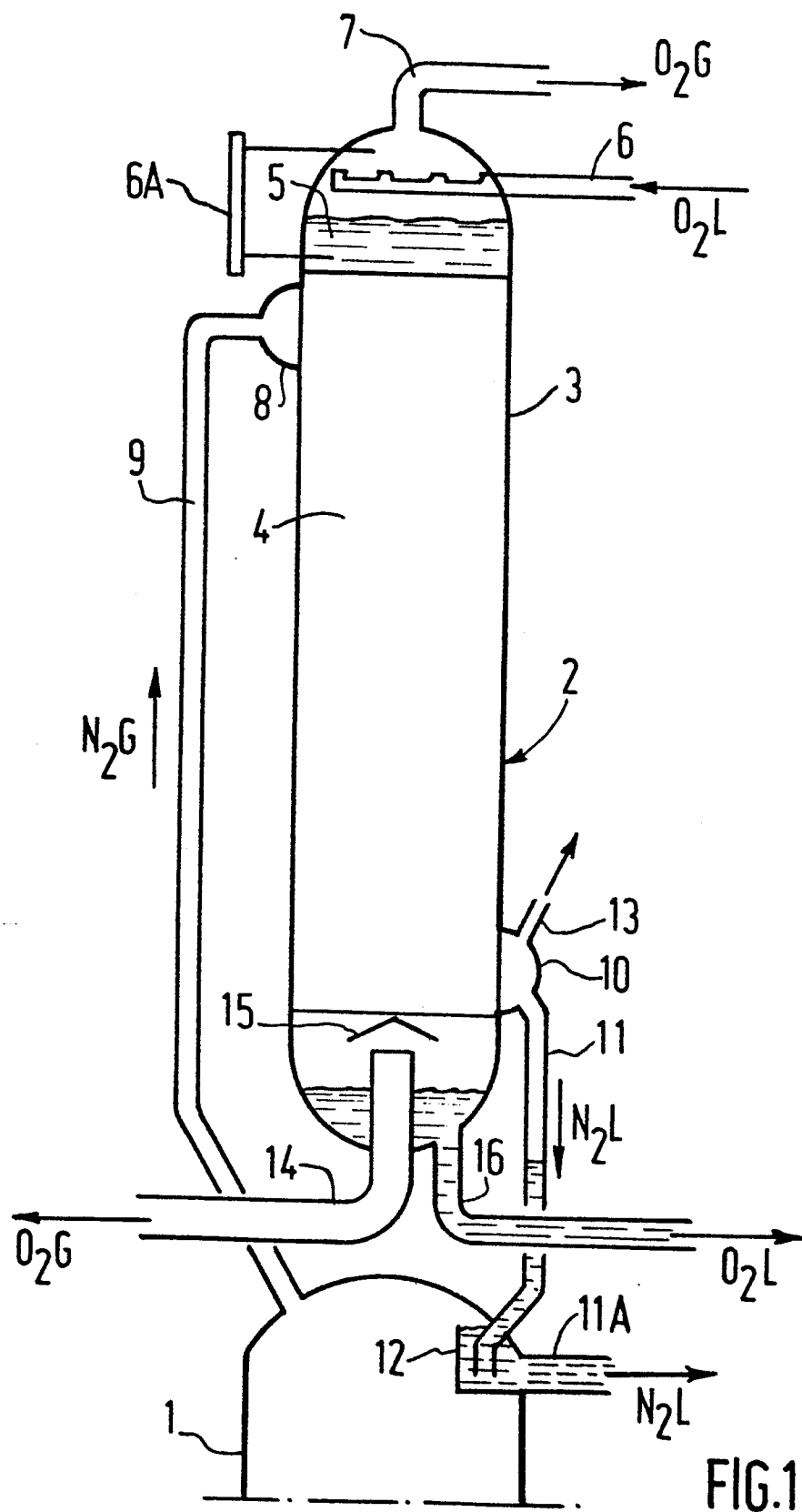
23. - Echangeur de chaleur suivant l'une quelconque des revendications 9 à 21, caractérisé en ce que lesdits moyens de distribution fine (24 ; 4 ; 40, 41) sont disposés entièrement au-dessus
30 d'un dispositif (20) de répartition du deuxième fluide dans les passages (18) dudit deuxième ensemble.

24. - Installation de séparation d'air par distillation, du type comprenant une première colonne de distillation (1) fonctionnant sous une pression relativement élevée, une deuxième colonne de
35 distillation fonctionnant sous une pression relativement faible, et un échangeur de chaleur (2) permettant de mettre le liquide de cuve de la deuxième colonne en relation d'échange thermique avec le gaz de tête de

la première colonne, caractérisée en ce que l'échangeur de chaleur est tel que défini dans l'une quelconque des revendications 9 à 23, et en ce que l'installation comprend des moyens d'alimentation (6, 6A ; 35) pour fournir le liquide auxdits moyens de prédistribution (21,27 ; 28,29,29A),
5 et des moyens (8) d'alimentation en gaz des passages (18) dudit deuxième ensemble.

25. - Installation suivant la revendication 24, caractérisée en ce que lesdits moyens d'alimentation (6,6A;35) comprennent des moyens pour créer un bain (5) de liquide au sommet de l'échangeur (2).

10 26. - Installation suivant la revendication 25, caractérisée en ce que lesdits moyens d'alimentation (6,6A;35) comprennent des moyens (6A) de régulation du niveau dudit bain.



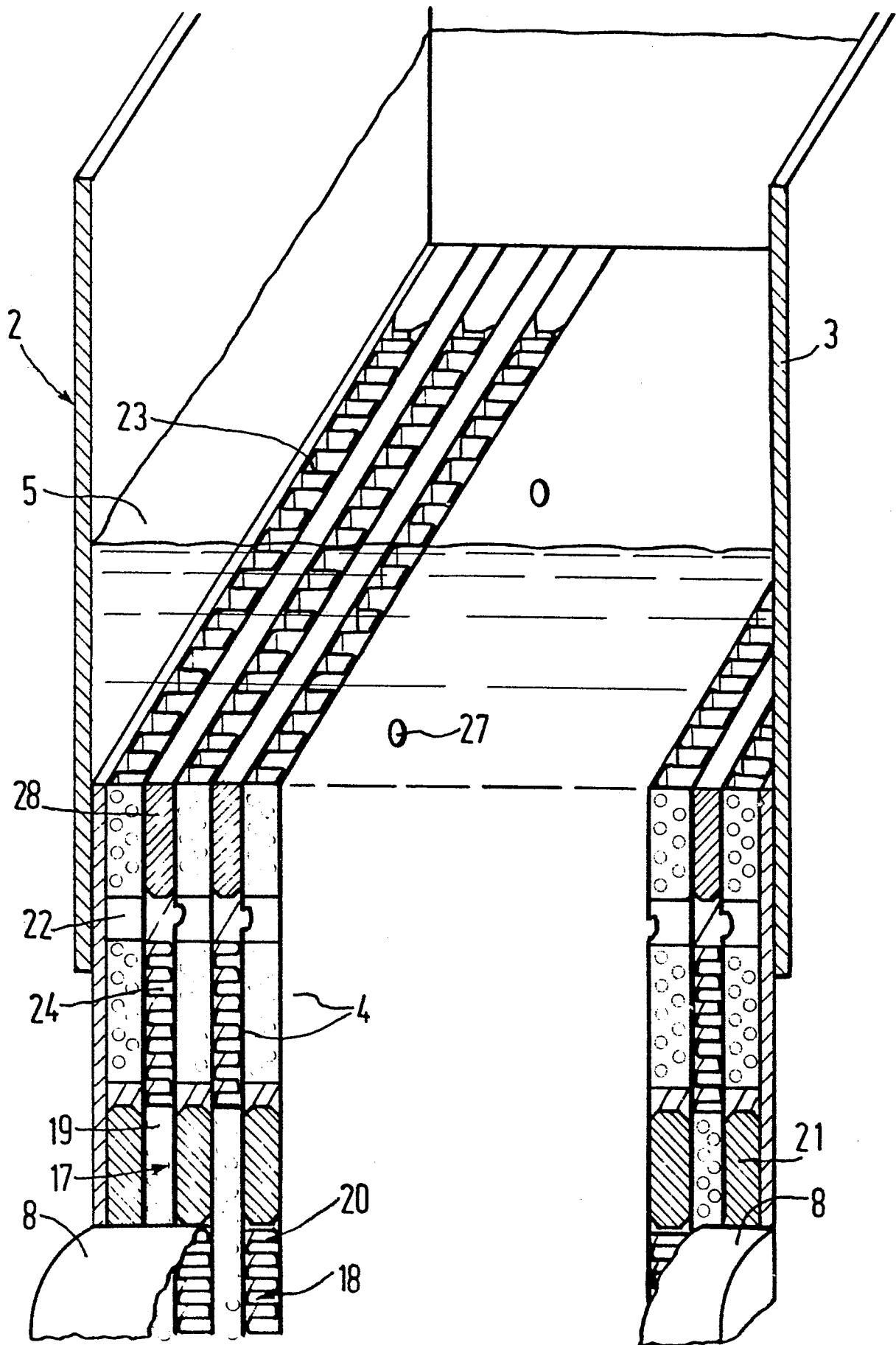
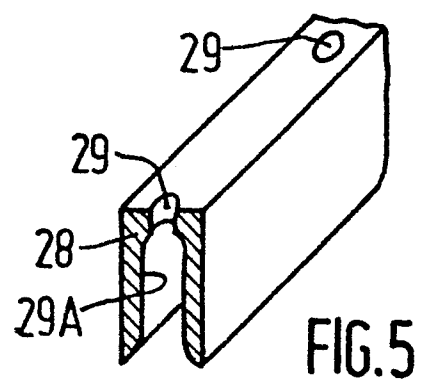
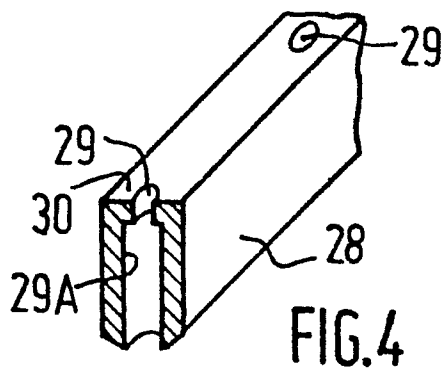
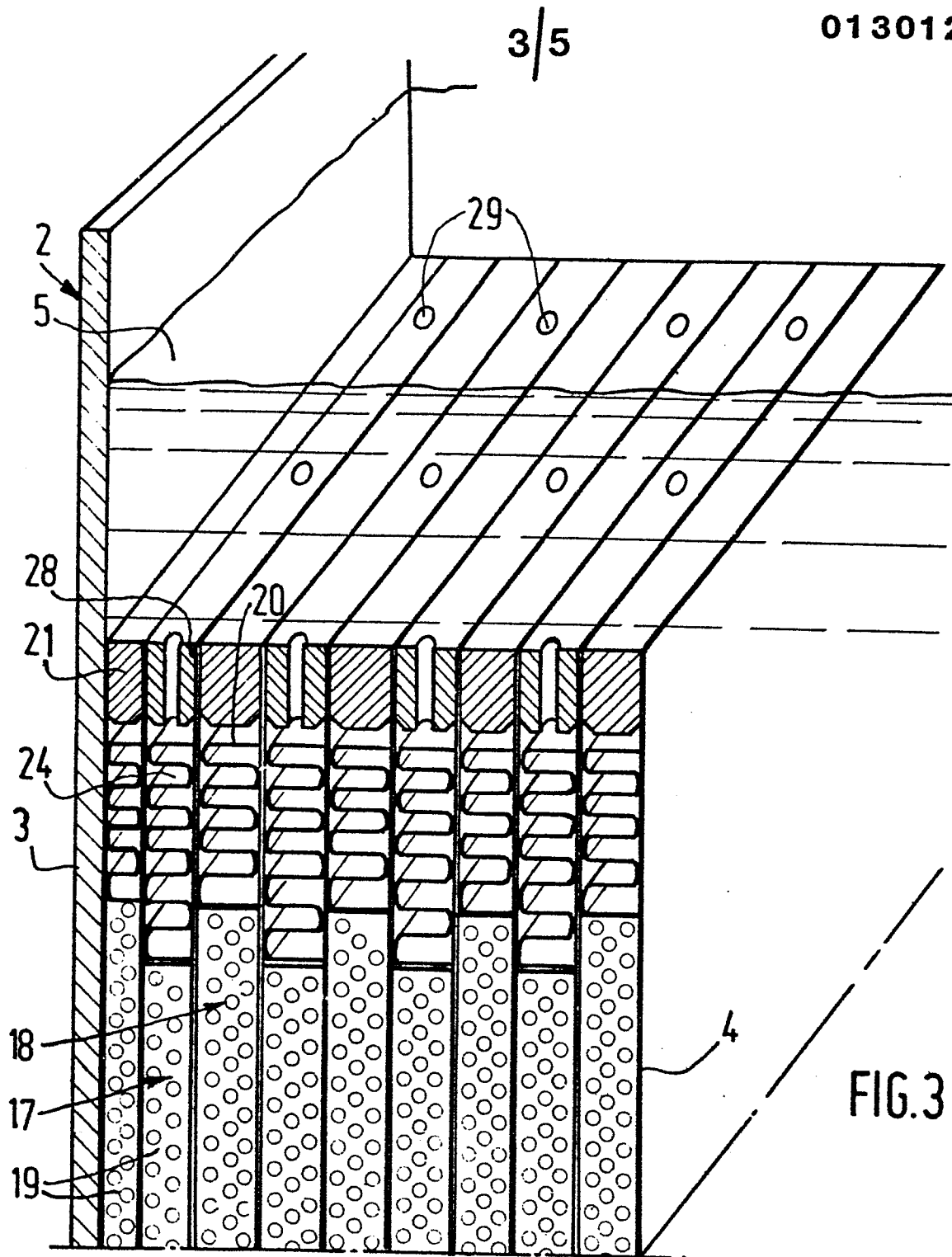


FIG. 2



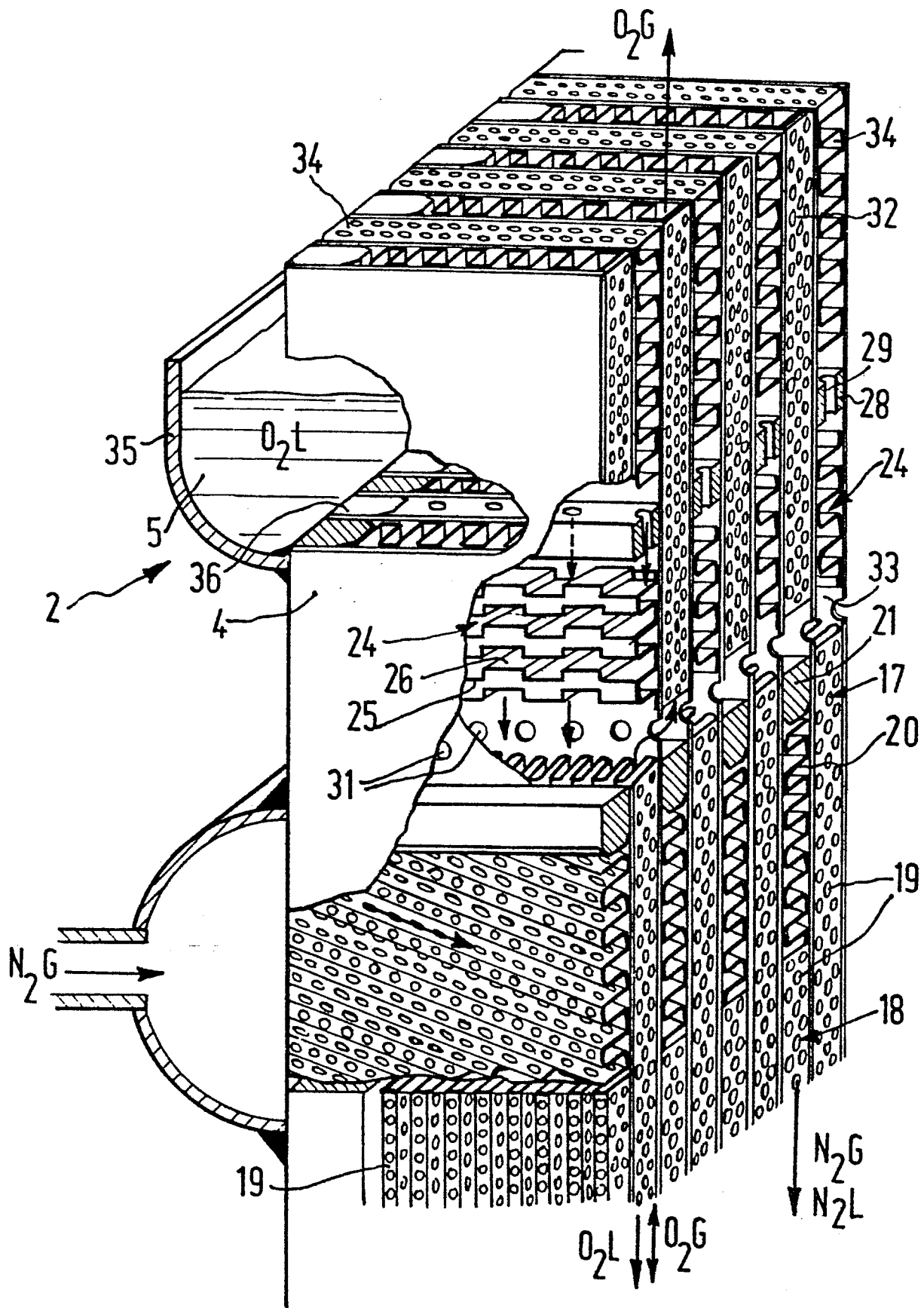


FIG. 7

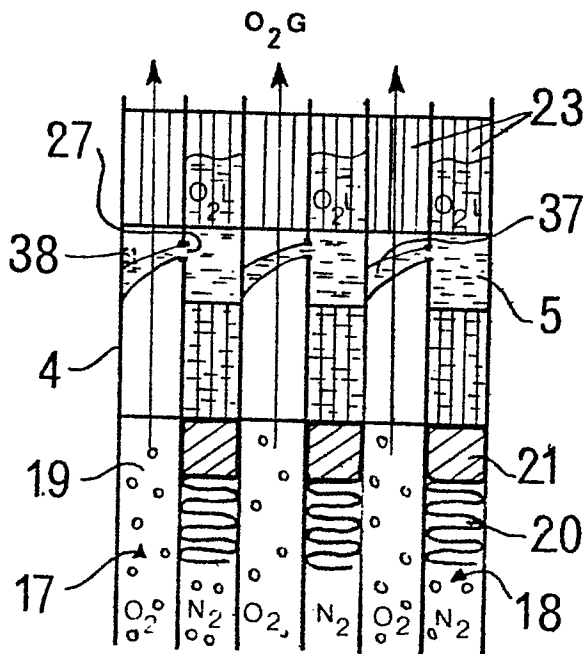
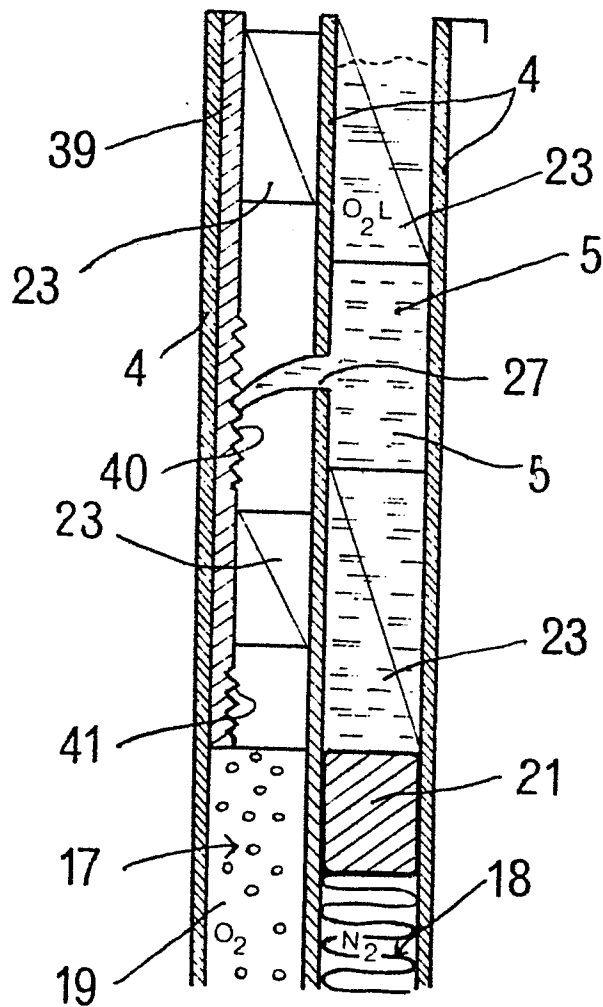


FIG. 8





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0130122

Numéro de la demande

EP 84 40 1284

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 3)
A	FR-A-2 008 887 (KOBE STEEL) * figures 1,2,5; page 4, lignes 5-7; page 5, lignes 31-34; page 5, ligne 39 - page 6, ligne 1 *	1	F 25 J 3/00 F 25 J 3/04 F 28 F 27/02
A	FR-A-2 017 807 (KOBE STEEL) * figures 8,14,15 *	18	
A	FR-A-2 003 749 (DEGGENDORFLER WERFT UND EISENBAU) * figures 1,3, repères 5,8); page 4, lignes 6-9 *	13	
A	FR-A-2 154 352 (L'AIR LIQUIDE) * figures 6,12 *		
D,A	FR-A-2 431 103 (L'AIR LIQUIDE)		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 3)
			F 25 J F 28 F
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 28-09-1984	Examineur SIEM T.D.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
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 antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	