

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt: 80400560.1

(51) Int. Cl.³: **F 25 J 3/00**
F 28 D 9/00

(22) Date de dépôt: 25.04.80

(30) Priorité: 18.05.79 FR 7912727

(43) Date de publication de la demande:
26.11.80 Bulletin 80/24

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

(72) Inventeur: Petit, Pierre
Résidence Voltaire
F-92290 Chatenay-Malabry(FR)

(74) Mandataire: Leclercq, Maurice 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 7(FR)

(54) Ensemble d'échange thermique du genre échangeur de chaleur à plaques.

(57) L'invention concerne un échangeur à plaques disposé verticalement.

Il comporte des passages tels que 11 s'étendant depuis une boîte d'entrée 14 jusqu'à une boîte de sortie 15, ainsi que des passages tels que 31 s'étendant depuis une boîte d'entrée diphasique 34 jusqu'à des boîtes de sortie 35a, 35b. D'autres passages tels que 41 pour un fluide auxiliaire s'étendent entre les boîtes 35a, 35b, et l'extrémité haute 1a.

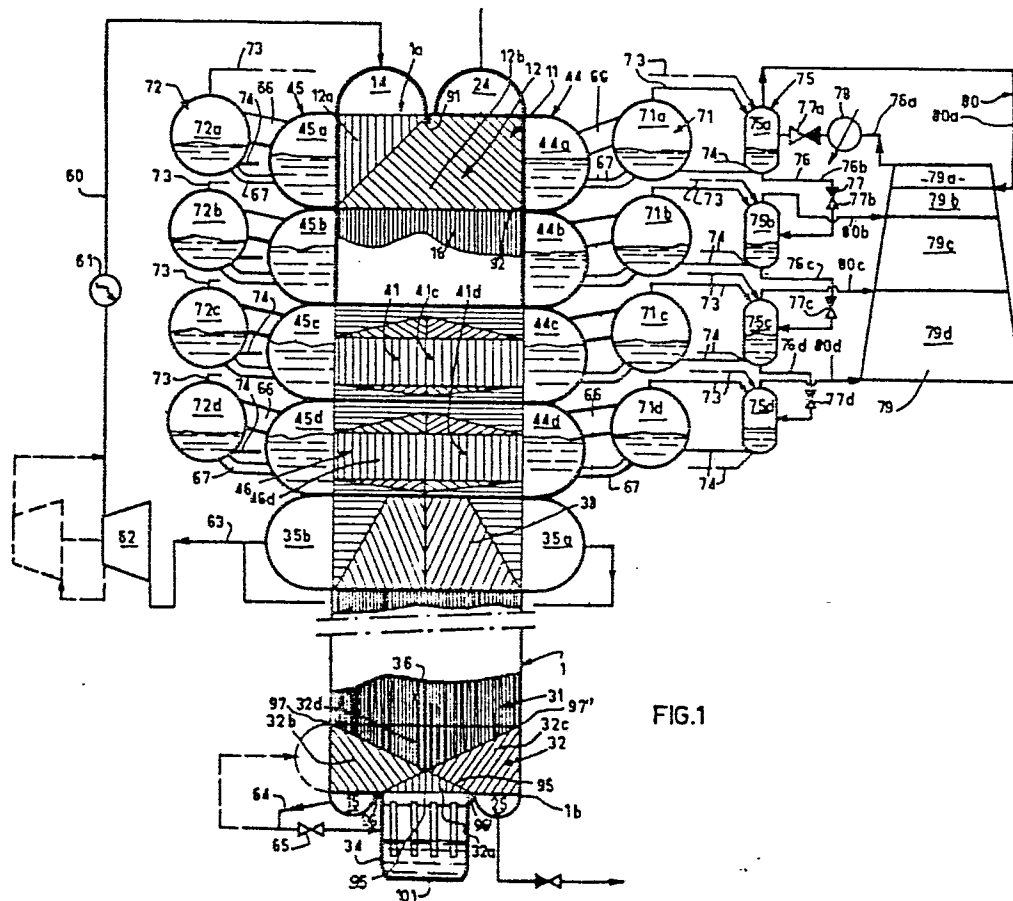


FIG.1

La présente invention concerne un échangeur à plaques comprenant une pluralité de plaques rectangulaires dont la dimension transversale est la largeur de l'échangeur et dont la plus grande dimension longitudinale est la longueur de l'échangeur, empilées et solidarisées à espace-
5 ment étanche selon l'épaisseur de l'échangeur pour former au moins :

- une pluralité de premiers passages pour le refroidissement d'un mélange réfrigérant,

- 10 - une pluralité de deuxièmes passages pour le refroidissement d'un gaz à traiter,

lesdits premiers et seconds passages ayant des entrées à une première extrémité longitudinale de l'échangeur et des sorties au moins au voisinage d'une seconde extrémité longitudinale de l'échangeur ;

- 15 - une pluralité de troisièmes passages de réchauffement du mélange réfrigérant dont les entrées sont au moins au voisinage de ladite seconde extrémité de l'échangeur et dont les sorties sont latéralement disposées à distance de ladite première extrémité d'échangeur,

- 20 - une pluralité de quatrièmes passages disposés dans les prolongements longitudinaux laissés libres par lesdits troisièmes passages, s'étendant longitudinalement depuis l'extrémité de sortie desdits troisièmes passages jusqu'à ladite première extrémité d'échangeur, les entrées et sorties
25 desdits quatrièmes passages étant disposées latéralement à l'échangeur.

La présente invention a pour but des modalités constructives plus spécialement appropriées à un agencement
30 de l'échangeur selon lequel sa grande dimension est disposée verticalement. Selon l'une de ces modalités, les quatrièmes passages incorporent des zones actives d'échange thermique à ondes orientées longitudinalement dont l'extension longitudinale est limitée, dégageant ainsi de part et d'autre de
35 ladite zone active, d'une part une zone de distribution alimentatrice à ondes, d'autre part une zone de distribution

évacuatrice à ondes, lesdites zones de distribution alimentatrice et évacuatrice présentant des ondes débouchant respectivement dans les entrées et sorties desdits quatrièmes passages et aboutissant à l'un et à l'autre des bords transversaux de la zone active d'échange thermique.

- Les caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront d'ailleurs de la description qui suit, à titre d'exemple, en référence aux dessins annexés dans lesquels :
- la figure 1 est une vue schématique d'une installation de traitement cryogénique incorporant un échangeur selon l'invention en coupe verticale ;
 - la figure 2 est une vue plus détaillée des quatrièmes passages de l'échangeur selon la figure 1 ;
 - les figures 3 à 7 sont des vues en coupe verticale de variantes de réalisation des quatrièmes passages d'un échangeur selon l'invention ;
 - les figures 8 et 9 sont des vues en coupe verticale de deux variantes de réalisation de la partie basse de l'échangeur au droit d'un troisième passage ;
 - la figure 10 est une vue en coupe verticale d'un détail de la figure 9 ;
 - la figure 11 est une variante de réalisation de la figure 10 ;
 - la figure 12 est une vue partielle en coupe verticale d'un échangeur au droit d'un deuxième passage ;
 - la figure 13 est une vue partiellement en coupe, et en perspective d'une variante de l'alimentation d'un troisième passage ;
 - les figures 14 et 15 sont des vues en coupe partielle et verticale, respectivement selon l'épaisseur et la largeur de l'échangeur ;
 - les figures 16 et 17 sont des vues analogues aux figures 14 et 15 d'une autre variante de réalisation ;
 - les figures 18 et 19 sont des vues de deux variantes de réalisation de la figure 10.

En se référant aux figures 1, 2 et 12 une installation de liquéfaction comprend un échangeur à plaques 1 formé

d'un empilage de plaques rectangulaires dont la grande dimension, ou longueur, ou hauteur, est disposée verticalement depuis une première extrémité haute la jusqu'à une seconde extrémité basse lb tandis que les petites dimensions, ou largeur et épaisseur, ont des extensions horizontales.

Ces plaques l sont séparées les unes des autres par des barrettes-entretoises, le tout étant brasé de façon à définir une pluralité de passages d'échange thermique, que l'on énumère ci-après :

1° - En se référant plus particulièrement à la figure 1, une pluralité de premiers passages d'échanges thermiques 11, ou passages de refroidissement de mélange réfrigérant, à extension verticale sur toute la longueur ou hauteur de l'échangeur, comprenant une zone active d'échange thermique 16 s'étendant depuis une zone de distribution d'entrée haute 12 jusqu'à une zone de distribution de sortie basse (non représentée).

La zone de distribution haute 12 est elle-même alimentée par une boîte en bout d'entrée haute 14 pour le mélange réfrigérant, tandis que la zone de distribution de sortie basse communique avec une boîte en bout de sortie basse 15.

2° - En se référant plus particulièrement à la figure 12, une pluralité de deuxième passages d'échange thermique 21, ou passages de refroidissement du gaz traité, ayant substantiellement la même configuration, avec symétrie par rapport à un plan vertical médian, que la pluralité des passages 11 à extension verticale, comprenant une zone active d'échange thermique 26 s'étendant depuis une zone de distribution haute 22 jusqu'à une zone de distribution basse 23.

La zone de distribution haute 22 est alimentée par une boîte en bout d'entrée haute 24, tandis que la zone de distribution basse 23 débouche dans une boîte en bout de sortie basse 25.

3° - En se référant plus particulièrement à la figure 1, une pluralité de troisièmes passages 31, ou passages de réchauffement du mélange réfrigérant, à extension verticale, comprenant une zone active d'échanges thermiques 36

s'étendant depuis une zone de distribution d'entrée basse 32 jusqu'à une zone de distribution de sortie haute 33, située à un niveau intermédiaire sur la hauteur de l'échangeur. La zone de distribution d'entrée basse 32 communique
5 avec une boîte en bout d'entrée basse 34, tandis que la zone de distribution de sortie haute 33 communique avec deux boîtes de sortie latérale 35a et 35b.

4° - En se référant plus particulièrement aux figures 1 et 2, une pluralité de quatrièmes passages 41, pour
10 un réfrigérant auxiliaire, groupés en un ensemble disposé dans le prolongement longitudinal supérieur de chacun des troisièmes passages de réchauffement du mélange réfrigérant 31, chacun de ces quatrièmes passages 41 étant lui-même subdivisé en une pluralité (quatre au dessin) de sous-passages à
15 pressions différentes 41a, 41b, 41c, 41d, (quatre pressions différentes au dessin), la pression étant décroissante d'un passage supérieur vers un passage inférieur et chacun de ces passages 41 comprend une zone active d'échange thermique 46 (46a, 46b, 46c, 46d) s'étendant entre une zone de distribu-
20 tion basse d'entrée 42 (42a, 42b, 42c, 42d) et une zone de distribution haute de sortie 43 (43a, 43b, 43c, 43d), les zones de distribution d'entrée 42 et de sortie 43 étant raccordées par des doubles boîtes communes d'entrée-sortie latérales 44 et 45 (44a, 44b, 44c, 44d ; 45a, 45b, 45c, 45d).

25 On va maintenant entrer dans le détail de l'alimentation de l'échangeur 1 en se référant plus particulièrement à la figure 1 : les boîtes d'entrée 14 des premiers passages du mélange réfrigérant 11 sont raccordées par une conduite 60, incorporant un refroidisseur 61, à la sortie
30 d'un compresseur 62 dont l'entrée est raccordée par une conduite 63 aux boîtes de sortie latérales (35a et 35b) des troisièmes passages 31. Les boîtes d'entrée 34 des passages 31 sont elles-mêmes raccordées par une conduite 64 incorporant une vanne de détente 65 aux boîtes de sortie 15 des
35 premiers passages 11. Le mélange réfrigérant comprend, par exemple, des hydrocarbures tels que méthane, éthane, butane

et généralement de l'azote et la particularité du procédé est que le mélange réfrigérant parvient à l'état purement gazeux aux boîtes d'entrée 14.

5 Les seconds passages 21 destinés au gaz en cours de traitement (généralement du gaz naturel) sont alimentés par leurs boîtes d'entrée 24 en gaz naturel à l'état gazeux à température ambiante et les boîtes de sorties basses 25 délivrent du gaz naturel liquéfié. De façon connue, les seconds passages peuvent être équipés de sorties et d'entrées
10 intermédiaires disposées latéralement pour assurer l'élimination de certains composants du gaz en cours de traitement.

Les quatrièmes passages 41 (41a, 41b, 41c, 41d) sont raccordés par leurs boîtes d'entrée-sortie 44 et 45 d'une part, par des tubes hauts 66 destinés à véhiculer de la
15 vapeur, le cas échéant avec du liquide, et des conduites basses 67 destinées à véhiculer exclusivement du liquide, à une double série de collecteurs latéraux 71 (71a, 71b, 71c, 71d) et 72 (72a, 72b, 72c, 72d). Ces collecteurs latéraux 71 et 72 sont eux-mêmes raccordés par des tubulures "vapeur" 73 et
20 des conduites "liquides" 74, chacun à un séparateur 75 (75a, 75b, 75c, 75d) en nombre égal au nombre de types de quatrièmes sous-passages 41, opérant sous des pressions différentes (c'est-à-dire quatre au dessin), un séparateur 75, par exemple le séparateur 75b, étant raccordé au débouché de la phase
25 "liquide" du séparateur voisin à plus haute pression (75a) par une conduite de liaison 76 (76b, 76c, 76d) à vanne de détente 77 (77b, 77c, 77d), sauf le séparateur de tête sous la plus haute pression 75a qui est lui-même raccordé par une canalisation 76a, incorporant une vanne de détente 77a et un
30 refroidisseur-condenseur 78 à la sortie d'un compresseur 79 à plusieurs étages (79a, 79b, 79c, 79d) dont les entrées sont raccordées par des conduites 80 (80a, 80b, 80c, 80d) à une extrémité haute des séparateurs 75a, 75b, 75c, 75d) respectivement.

35 On détaille maintenant les différentes zones de distribution (12) - (22-23) - (32-33) - (42 - 43) dont certai-



nes présentent des structures originales.

En se référant aux figures 1 et 12, les zones de distribution (12) et (22-23) présentent des structures du même type (il en est de même de la zone de distribution de sortie basse non représentée des premiers passages d'échange thermique 11), et l'on se contente donc de décrire la zone de distribution 12. Dans chacun des cas, les boîtes d'entrée (14-24) ou de sortie (15-25) sont aménagées en bout axial de l'échangeur 1, mais avec un décalage latéral de façon à permettre, sur une même extrémité d'échangeur, l'aménagement de plusieurs boîtes d'entrée et/ou de sortie. La zone de distribution 12 comprend deux sections 12a, 12b, formées de tôle ondulée ; la section 12a présente des ondes à extension verticale, tandis que la section 12b présente des ondes parallèles à extension inclinée parallèlement à la direction qui relie le bord intérieur 91 de la boîte d'alimentation 14 et l'angle inférieur le plus éloigné 92 de la zone de distribution 12. De la sorte, le fluide, qu'il soit à l'état gazeux ou liquide (mais pour la boîte d'alimentation 14, ce fluide est expressément à l'état gazeux) se répartit uniformément le long des ondes parallèles de la section 12a et ensuite se distribue le long des ondes parallèles de la section 12b pour parvenir uniformément dans la zone active d'échange thermique 16, qui est elle-même pourvue d'ondes parallèles à extension verticale, généralement très serrées, pour obtenir le maximum d'effet d'échange thermique.

En se référant à la figure 1, on détaille maintenant la structure particulière de la zone de distribution d'entrée 32 et de la zone de distribution de sortie 33.

Chaque zone de distribution 32 a cette particularité de présenter une fenêtre d'entrée 95 de même épaisseur qu'un passage 31 de l'échangeur 1 et dont l'autre dimension comptée selon la largeur de l'échangeur 1 est substantiellement réduite par la présence des boîtes de sortie 15 pour le mélange réfrigérant et 25 pour le gaz traité. En outre (mais cela ne présente pas d'importance pour la définition des

structures de la zone de distribution 32), c'est un fluide diphasique qui traverse cette fenêtre d'alimentation 95 selon des dispositions qui seront examinées plus loin.

Cette zone de distribution 32 est constituée par quatre sections qui sont définies par des droites reliant les angles supérieurs de la zone 32 aux bords voisins de la fenêtre 95. Une première section 32a, située en amont selon un sens d'écoulement du fluide, se présente donc sous la forme d'un triangle dont la base est coextensive avec la fenêtre 95 et comporte des ondes à extension verticale. Cette première section 32a, alimente par ses deux côtés deux sections intermédiaires 32b et 32c équipées d'ondes inclinées selon la direction qui relie, dans chaque section 32b ou 32c, le bord inférieur adjacent 96(96') de la section 32a au bord supérieur adjacent 97' (97) de la zone de distribution 32.

Une quatrième section de distribution 32d se présente également sous forme de triangle dont le sommet coïncide avec celui de la section 32a et est équipée d'ondes à extension verticale permettant la reprise du fluide issu des section 32b et 32c pour alimenter de façon uniforme l'ensemble des ondes à extension verticale de la zone active d'échange thermique 36.

On détaille maintenant plus particulièrement en référence à la figure 2 la forme des zones de distribution d'entrée 42 et de sortie 43 de chacun des quatrièmes passages 41 destinés à la vaporisation d'un réfrigérant auxiliaire, généralement du propane ; ces zones de distribution présentent chacune deux sections amont 421 et 422 à l'entrée, 431, 432, à la sortie, en forme de triangles ou trapèzes relativement aplatis et dont les sommets ou petits côtés se font face au niveau de leurs sommets ou petits côtés 96-98', avec des fenêtres d'entrée 991, 992 et de sortie 993 et 994, à partir des boîtes d'entrée-sortie 44 et 45.

Ces sections 421 et 422 (431, 432) ont des ondes à extension horizontale, qui viennent alimenter (ou sont alimentés respectivement par) une troisième section de distribution

423, 424 (433, 434), formée d'une double sous-section cha-
cune formée d'ondes inclinées convergentes vers la zone ac-
tive d'échange thermique 46 pour l'entrée, (ou divergentes
à partir de cette zone d'échange 46 pour la sortie) de façon
5 à reprendre le fluide issu des sections 421 et 422 (ou issu
de la zone d'échange thermique 46 respectivement) pour le
distribuer uniformément tout le long de la zone active
d'échange thermique 46, (ou dans les sections 431, 432 res-
pectivement).

10 On notera que les fenêtres d'entrée 991 et 992, au
niveau du liquide, et de sortie 993 et 994 au niveau de la
vapeur ont des extensions longitudinales différentes, puisque
les fenêtres de sortie "vapeur" 993 et 994 sont nettement
plus allongées que les fenêtres d'entrée "liquide" 991 et 992
15 ce qui s'explique par le fait qu'elles doivent laisser pas-
ser les mêmes quantités de fluide que les fenêtres "liquide"
991 et 992, mais à l'état partiellement vaporisé, alors que
ces fenêtres 991 et 992 laissent passer le fluide exclusive-
ment sous forme de liquide.

20 En se référant maintenant aux figures 1 et 2, en
fonctionnement, un réfrigérant auxiliaire, par exemple du
propane, est introduit de façon continue dans les collecteurs
latéraux 71 et 72 par les conduites "liquide" 74, et ce li-
quide après avoir été distribué dans les boîtes 44 et 45 pé-
25 nètre, par les fenêtres 991 et 992 dans les sections 421 et
422 de la zone de distribution alimentatrice 42, avant d'être
repris par les sous-sections 423 et 424 pour être distribué,
dans toute la zone active d'échange thermique 46 constituée
d'ondes serrées à extension verticale.

30 Le réfrigérant auxiliaire liquide se vaporise par-
tiellement dans ces ondes, et s'écoule par les sous-sections
433 et 434 de la zone de distribution 43, parvient dans les
sections 431 et 432 pour être à nouveau dirigé dans les boî-
tes 44 et 45, puis dans les collecteurs latéraux 71 et 72.

35 La fraction "vapeur" dans les collecteurs 71 et
72 est dirigée (en entraînant cependant une partie de li-

guide non complètement décanté) vers les séparateurs à pressions différentes 75a, 75b, 75c, 75d où les gouttelettes liquides entraînées se déposent avec la fraction liquide dans lesdits séparateurs.

5 Le fonctionnement de ces séparateurs est bien connu et ne sera pas rappelé ci-après. On se contentera cependant de rappeler que les différentes fractions "vapeur" des séparateurs 75 sont ramenées aux différents étages du compresseur 79, tandis que le débit global du compresseur 79
10 est d'abord refroidi et condensé, dans le refroidisseur-condenseur 78, puis subit une première détente en 77a, avant de parvenir dans le séparateur 75a, dont une partie de la fraction liquide est dérivée par la canalisation 76b vers une vanne de détente 77b avant d'être introduite dans le second
15 séparateur 75b, et ainsi de suite.

On se réfère maintenant à la figure 3, qui concerne une variante de réalisation des passages de quatrième fluide 41 pour le réfrigérant auxiliaire. Dans cette forme de réalisation, les passages pour le quatrième fluide 41 incorporent
20 une zone active d'échange thermique 146 qui est constituée d'une double section en forme de trapèze 146a et 146b dont les plus grands côtés sont confondus et correspondent à la hauteur longitudinale d'un passage 41.

Les sections d'entrée "liquide" 142a et 142b ont
25 la forme de triangles rectangles aplatis dont les petits côtés constituent des fenêtres d'entrée 199a et 199a' pour le liquide, alors que les sections de sortie 143a et 143b ont la même forme, mais présentent des fenêtres de sortie 199b et 199b' de formes nettement plus allongées dans le sens
30 longitudinal.

On notera que, dans ce cas, les ondes des sections 146a et 146b de la zone active d'échange thermique 46 sont toutes verticales et ces ondes peuvent avoir des pas de plus en plus serrés au fur et à mesure qu'on s'approche des boîtes 44 et 45, de façon à offrir au fluide des pertes de
35 charge substantiellement égales malgré les différences ap-



préciables de longueurs de parcours, comme cela ressort clairement du dessin.

En se référant à la figure 4, la forme de réalisation diffère essentiellement de ce qui est décrit à la figure 3 par le fait que les sections d'entrée (142a' et 142b') et de sortie (143a' et 143b') ont ici la forme, non plus de triangles, mais de trapèzes rectangles.

La figure 5 se différencie de la figure 4 en ce que la zone active d'échange thermique 46 a, ici, une forme rectangulaire à extension longitudinale plus faible et des sections d'entrée 142a" et 142b" qui ont la même forme que les sections 142a' et 142b' de la figure 4, mais ces sections précèdent deux sections de raccordement 142c' et 142c", adjacentes à la zone active 46.

Une disposition sensiblement analogue est prévue pour la zone de distribution de sortie, dans laquelle les sections de sortie 143a" et 143b" sont précédées par des sections de raccordement 143d' et 143d". Les sections de raccordement 142c' et 142c" ont des ondes inclinées de façon à distribuer le fluide issu des sections 142a" et 142b" tout au long de l'entrée de la zone active d'échange thermique 46, tandis que les sections de raccordement 143d' et 143d" ont pour but de reprendre le fluide à l'état diphasique depuis la sortie de la section active d'échange thermique 46 vers les sections de sortie 143a" et 143b".

La réalisation selon la figure 6 se distingue de réalisation selon la figure 5 en ce que les sections d'entrée 242b" et 242a" et de raccordement 242c' et 242c" ne sont pas symétriques, les sections 242c" et 242b" ayant une plus grande extension transversale que les sections 242c' et 242a", façon à distribuer le liquide provenant de la section d'entrée 242b" sur une longueur transversale supérieure à la moitié de la dimension transversale de la zone active d'échange thermique 46. Cela permet un écoulement d'ensemble du liquide de la gauche vers la droite, ce qui est nécessaire quand l'alimentation en liquide ne se fait que du côté gauche.

La réalisation selon la figure 7 se distingue de la réalisation selon la figure 6 en ce que, non seulement, les sections d'entrée 242a", et 242b", 242c' et 242c" sont dissymétriques dans un sens qui correspond à un plus grand écoulement de gauche à droite que dans le sens inverse, mais également on a prévu que les sections de sortie 243a, 243b, 243d' et 243d" soient dissymétriques, les sections 243d' et 243a ayant une plus grande extension transversale que la section 243d" et 243b, ce qui a comme conséquence d'augmenter le débit de liquide non vaporisé, de gauche à droite, vers la boîte 44, par rapport au débit circulant vers la boîte 45.

En se référant aux figures 1 et 8, on détaille l'aménagement de la boîte d'entrée diphasique 34 qui alimente pour l'échangeur 1, l'ensemble des troisièmes passages 31 pour le réchauffement du mélange réfrigérant. Comme on l'a vu précédemment, cette boîte d'entrée diphasique 34 est montée en-dessous de la fenêtre 95 d'alimentation de la zone de distribution 32 qui a été précédemment décrite.

Cette boîte d'alimentation diphasique 34 est formée d'une enveloppe 101 ayant une extension verticale substantielle et qui présente une ouverture 102 à mi-hauteur environ, dans laquelle débouche le conduit de réintroduction de mélange réfrigérant basse pression 64. A l'intérieur de l'enveloppe 101, parallèlement à la fenêtre 95 et à faible distance de celle-ci, est montée une plaque perforée 103 sur laquelle, et au travers de laquelle, sont montés des tubes 104 s'étendant au-dessous de ladite plaque 103 et jusqu'à une distance largement en-dessous du débouché 102 du conduit 64, les tubes 104 présentant une extrémité inférieure 105, dans laquelle a été avantageusement pratiquée une ou plusieurs fentes 106. Dans l'espace interstitiel entre la zone de distribution 32 et la plaque perforée 103, est placé un garnissage 107.

En fonctionnement, le mélange réfrigérant qui vient d'être détendu par la vanne de détente 65 à la basse pression du cycle parvient à l'intérieur de l'enveloppe 101, dans la-

qu'elle ce fluide, à l'état diphasique, se sépare en une fraction vapeur 108 et une fraction liquide 109, le niveau normal de séparation N étant généralement situé au-dessus des fentes 106. On comprend que l'effet propulsif dû à la
5 pression agissant sur la surface de la masse liquide 109 assure une remontée du liquide au travers des tubes 104, en même temps qu'un échappement de la fraction gazeuse au travers des perforations de la plaque 103. Le mélange diphasique est ainsi reconstitué d'une façon homogène, à la sortie
10 supérieure des tubes 104, dans le garnissage 107, ce qui permet une alimentation uniforme de la section 32e de la zone d'alimentation 32. Si, pour une raison quelconque, le débit de la phase gazeuse devient trop important, par exemple en régime de mise en route ou à la suite d'un dérèglement, le ni-
15 veau N de la fraction liquide 109 descend jusqu'à parvenir au niveau des fentes 106, ce qui occasionne alors l'échappement au travers des fentes 106, des tubes 104, d'une partie de la fraction gazeuse. Une fois que le débit de cette fraction
liquide, qui constitue normalement l'essentiel du fluide diphasique, se rétablit, le niveau N remonte et le fonctionnement tel que détaillé plus haut reprend.

En se référant maintenant à la seule figure 8, la zone de distribution 32 est ici constituée seulement d'une section 32e, sous forme d'un triangle dont la hauteur cor-
25 respond à la dimension longitudinale de la zone de distribution 32 et dont la base occupe toute la largeur de la fenêtre 95. Cette section 32e présente des ondes verticales, et de part et d'autre de la section 32e sont disposées deux sections de répartition 32f et 32g qui occupent le restant
30 de la zone d'alimentation 32 et qui présentent des ondes parallèles définies.

. pour ce qui concerne la section 32f, par la droite joignant le bord supérieur gauche 111 de la boîte d'alimentation diphasique 34 au bord supérieur gauche 112 de la
35 zone d'alimentation 32 :

. pour ce qui concerne la section 32e, par la droite qui relie le bord supérieur droit 113 de la boîte d'alimentation 34 au bord supérieur droit 114 de la zone d'alimentation 32.

5 Ainsi, on comprend que le fluide diphasique qui circule uniformément le long des ondes verticales de la section centrale 32e est repris - lorsqu'il y a symétrie, c'est-à-dire lorsque la section 32e a la forme d'un triangle isocèle dont le sommet est axial - pour moitié par la section 32 f, pour l'autre moitié par la section 32g, de sorte
10 que les ondes verticales de la zone active d'échange thermique 36 sont alimentées uniformément en liquide diphasique.

 En se référant aux figures 9 et 10, on voit ici que la zone active d'échange thermique 36 des passages de
15 réchauffement de mélange réfrigérant 31, est alimentée par une zone de distribution 32 qui est identique à celle que l'on a décrit à la figure 8, mais la boîte d'entrée 34 est ici de nature très différente : cette boîte d'entrée 34 se présente sous forme d'un réceptacle hémicylindrique épais
20 120 monté en regard de fenêtres d'alimentation 121 pour la zone de distribution 32. Chaque fenêtre d'alimentation 121 est obturée d'une barrette épaisse 122 dans laquelle est montée, par vissage, une pluralité d'éjecteurs 123 ayant une forme divergeant vers le haut, le réceptacle 120 présentant un orifice d'admission sur lequel est raccordée la conduite d'alimentation 64, mais contrairement aux exemples
25 précédents, le mélange réfrigérant a été, ici, détendu à une pression intermédiaire, telle qu'il ne se forme dans le réceptacle 120 qu'un liquide franc, la détente finale s'effectuant dans des éjecteurs 123 ; le mélange diphasique se fait
30 donc ipso-facto à la sortie des éjecteurs 123 et est, de ce fait même, uniformément réparti le long des ondes verticales de la première section 32e de la zone de distribution 32.

 En se référant à la figure 11, on décrit une variante de réalisation de la boîte d'alimentation 34 telle
35 que décrite en référence à la figure 9. Ici, on retrouve le

réceptacle héli-cylindrique 120 destiné à recevoir le li-
quide franc à la pression intermédiaire, mais les éjecteurs
123 sont ici agencés d'une façon régulièrement répartie
dans une plaque-support 124 qui s'étend sur toute la sur-
5 face de l'échangeur 1, mais à faible distance au-delà de
cet échangeur, et entre la plaque 124 et les fenêtres libres
125 des passages de réchauffement du mélange réfrigérant 31
est ménagé un caillebotis 126 de répartition du fluide di-
phasique à l'entrée des sections 32_e de toutes les zones
10 de distribution 32.

En se référant maintenant aux figures 13, 14 et
15, on décrit encore une autre variante de réalisation de
l'alimentation diphasique des conduits de réchauffement du
mélange réfrigérant 31.

15 Ici, la boîte d'alimentation 34 comprend un réceptacle 151
s'étendant sur toute la profondeur de l'échangeur 1 et dans
lequel débouche, après séparation dans un séparateur 150 et
via la canalisation 64, un liquide franc 152. Les passages
31 sont ici disposés côte à côte, deux par deux, et, dans
20 l'intervalle compris entre deux couples de passages 31, est
ménagé un passage de vapeur 51 qui s'étend sur une faible
longueur terminale de l'échangeur du côté de son extrémité
inférieure ou deuxième extrémité, ce qui limite d'autant
l'extension longitudinale des passages de refroidissement
25 du mélange réfrigérant 11 et des passages de refroidissement
du gaz traité 21. La séparation entre les passages 51 d'une
part, et 11 et 21 d'autre part, est assurée par des entre-
toises d'étanchéité 52.

Eventuellement du côté de l'extrémité inférieure
30 de l'échangeur 1, les passages 51 sont fermés par des bar-
rettes 53, et on voit que les plaques parois intermédiaires
54 entre chaque passage 51 et chaque passage 31 sont ajou-
rés selon des fentes inclinées (ou des trous) 56, réguliè-
rement réparties.

35 Bien entendu, dans cette disposition, les sorties
des passages de refroidissement de mélange réfrigérant 11

et les sorties de passage de refroidissement de gaz traité sont ici disposées latéralement à l'échangeur, comme indiqué en 57 pour les passages de mélange réfrigérant 11, ou en 58 pour les passages de refroidissement de gaz traité.

5 Ici, la zone de distribution évacuatrice a été simplifiée en ce sens qu'elle prévoit l'évacuation du mélange réfrigérant en totalité sur un côté de l'échangeur, vers la boîte 57 par la zone de distribution 59, tandis que l'évacuation du gaz traité s'effectue en totalité sur l'autre côté vers
10 la boîte 58 de l'échangeur. On notera que les boîtes de sortie 57 et 58 sont étagées longitudinalement, de façon à ménager un espace libre pour la disposition d'une boîte d'entrée 60 associée à une zone de distribution 61, pour la phase vapeur qui provient du séparateur 150, alors que le liquide
15 152 est soutiré en cuve dans ce même séparateur 150.

En fonctionnement, on conçoit que la vapeur qui pénètre dans les passages 51 subit une certaine perte de charge dans les lumières 56, de sorte que le niveau de liquide N_1 qui s'établit dans les passages 51 est inférieur au
20 niveau de liquide N_2 qui s'établit dans les passages de réchauffement de mélange réfrigérant 31. La vapeur s'engage donc uniformément dans les fentes 56 et est ainsi distribuée dans le liquide. L'avantage essentiel de cette disposition est que le mélange diphasique est effectué juste en amont
25 de la zone d'échange thermique entre les conduits de refroidissement pour le mélange réfrigérant 11 et pour le gaz traité 21.

En se référant à la variante de réalisation représentée aux figures 16 et 17, on voit ici une disposition sensiblement analogue des passages de réchauffement de mélange réfrigérant 31 qui sont situés de part et d'autre d'un passage de vapeur 51 qui, lui-même est ménagé dans le prolongement longitudinal des passages de refroidissement de mélange réfrigérant 11, dont la boîte de sortie 15 est disposée laté-
30 ralement. Par contre, les passages de gaz traité 21 s'étendent ici sur toute la longueur de l'échangeur 1 et la boîte
35

de sortie 25 est alors disposée en bout de l'échangeur.
Les passages de gaz traité 21 aboutissent à une boîte de sortie en bout 25.

En se référant à la figure 18, qui est une variante de réalisation de la figure 10, un éjecteur est ici formé de deux parties fixées sur la plaque 122, à savoir une partie amont 131 percée d'un passage 132 de diamètre $\underline{d}$ et une partie aval 133 percée d'un passage 134 de diamètre $\underline{D}$. La surface transversale du passage $\underline{D}$ est égale à 1,5 à 5 fois la surface transversale du passage $\underline{d}$, avantageusement de 2 à 4 et de préférence de l'ordre de 3. Cette disposition permet une souplesse de réglage permettant d'avoir à l'aval une pression de détente constante pour des débits variant dans de larges limites, par exemple de 40 % à 120 % avec des pressions amont également très différentes.

La figure 19 est une variante de réalisation de la figure 18 où les passages 132' et 134' sont directement pratiqués dans la plaque 122.

REVENDEICATIONS

1. - Echangeur à plaques comprenant une pluralité de plaques rectangulaires dont la dimension transversale est la largeur de l'échangeur et donc la plus grande dimension longitudinale est la longueur de l'échangeur, empilées et solidarisées, à espacement étanche selon l'épaisseur de l'échangeur pour former :
- une pluralité de premiers passages pour le refroidissement d'un mélange réfrigérant ;
 - 10 - une pluralité de deuxièmes passages pour le refroidissement d'un gaz à traiter ;
- lesdits premiers et seconds passages ayant des entrées à une première extrémité longitudinale de l'échangeur et des sorties au moins au voisinage d'une seconde extrémité longitudinale de l'échangeur ;
- 15 - une pluralité de troisièmes passages de réchauffement du mélange réfrigérant dont les entrées sont au moins au voisinage de ladite seconde extrémité de l'échangeur, et dont les sorties sont latéralement disposées à distance de ladite première extrémité d'échangeur ;
 - 20 - une pluralité de quatrièmes passages disposés dans les prolongements longitudinaux laissés libres par lesdits troisièmes passages, s'étendant longitudinalement depuis l'extrémité de sortie desdits troisièmes passages jusqu'à la
 - 25 dite première extrémité d'échangeur, les entrées et sorties desdits quatrièmes passages étant disposées latéralement à l'échangeur ;
- caractérisé en ce que lesdits quatrièmes passages incorporent des zones actives d'échange thermique à ondes orientées longitudinalement dont l'extension longitudinale est limitée, dégageant ainsi de part et d'autre de ladite zone active d'une part, une zone de distribution alimentatrice à ondes, d'autre part une zone de distribution évacuatrice à ondes, lesdites zones de distribution alimentatrice et évacuatrice
- 30 présentant des ondes débouchant respectivement dans les entrées et sorties desdits quatrièmes passages et aboutissant
 - 35

à l'un et à l'autre des bords transversaux de la zone active d'échange thermique.

2. - Echangeur à plaques selon la revendication 1, caractérisé en ce que les zones de distribution alimentatrices à ondes et les zones de distribution évacuatrices à ondes comportent au moins une section à ondes orientées transversalement à l'échangeur.

3. - Echangeur à plaques selon la revendication 2, caractérisé en ce que les sections à ondes orientées transversalement à l'échangeur sont adjacentes directement à la zone active d'échange thermique, qui présente une plus grande extension longitudinale au voisinage du centre de l'échangeur qu'à la périphérie de l'échangeur.

4. - Echangeur à plaques selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'entre les zones de distribution à ondes orientées transversalement à l'échangeur et la zone active d'échange thermique est ménagée au moins une zone de raccordement à ondes orientées vers la zone active d'échange thermique.

5. - Echangeur à plaques selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'extension longitudinale d'une zone de distribution évacuatrice est plus importante que l'extension longitudinale d'une zone de distribution alimentatrice.

6. - Echangeur à plaques selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que chaque quatrième passage présente deux entrées et deux sorties de part et d'autre latéralement de l'échangeur et en ce que les zones de distribution alimentatrices et les zones de distribution évacuatrices sont formées de deux sections d'ondes aboutissant chacune à une entrée particulière ou sortie particulière respectivement, et adjacentes à l'intérieur de l'échangeur.

7. - Echangeur à plaques selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'une section d'ondes associées à une entrée (ou à une sortie) a la même extension transversale à l'échangeur que l'autre section d'ondes associées à l'autre

entrée (ou à l'autre sortie) respectivement.

8. - Echangeur à plaques selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'une section d'ondes d'une zone de distribution alimentatrice a une extension transversale supérieure à celle de l'autre section d'ondes de ladite zone de distribution alimentatrice.

9. - Echangeur à plaques selon la revendication 7 ou la revendication 8, caractérisé en ce qu'une section d'ondes d'une zone de distribution évacuatrice a une extension transversale inférieure à celle de l'autre section d'ondes de distribution évacuatrice, la section d'ondes évacuatrice qui a la plus faible extension transversale ayant une sortie qui est située du même côté latéral que l'entrée de la section d'ondes de distribution alimentatrice ayant la plus grande extension transversale.

10. - Echangeur à plaques selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce qu'il existe une pluralité de quatrièmes sous-passages étagés selon la longueur de l'échangeur, les quatrièmes sous-passages situés au même niveau longitudinal étant destinés à être raccordés à des boîtes d'entrée-sortie communes.

11. - Echangeur à plaques selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que les troisièmes passages sont associés, du côté de la seconde extrémité de l'échangeur, successivement à des zones de distribution alimentatrice et à une boîte d'alimentation dite diphasique.

12. - Echangeur à plaques selon la revendication 11, caractérisé en ce que les zones de distribution alimentatrices comportent une section amont coextensive transversalement avec la boîte d'alimentation diphasique et présentant une forme triangulaire, les ondes de ladite section amont étant orientées longitudinalement.

13. - Echangeur à plaques selon la revendication 12, caractérisé en ce que la section amont de la zone de distribution a une extension longitudinale égale à celle

de la zone de distribution et ladite section amont de distribution est suivie de deux sections de raccordement à ondes inclinées.

14. - Echangeur à plaques selon la revendication 5 12, caractérisé en ce que la section amont de la zone de distribution a une extension longitudinale inférieure à l'extension longitudinale de la zone de distribution et comporte deux sections intermédiaires de raccordement à une section aval de forme triangulaire, de même sommet que la section 10 amont, et dont la base correspond à l'extension transversale d'un troisième passage, ladite section aval ayant des ondes à extension longitudinale.

15. - Echangeur à plaques selon l'une quelconque des revendications 11 à 14, caractérisé en ce que la boîte 15 d'alimentation diphasique pour les troisièmes passages présente des moyens de délivrance, uniformes selon chaque extension transversale d'un passage et uniformément d'un passage au suivant selon l'épaisseur de l'échangeur, d'un fluide composite présentant une phase liquide et une phase vapeur.

20 16. - Echangeur à plaques selon la revendication 15, caractérisé en ce que les moyens de délivrance comportent une boîte en bout de l'échangeur s'étendant sur toute l'épaisseur de l'échangeur et incorporant à faible distance de la seconde extrémité de l'échangeur une plaque à perforations supportant des tubes s'étendant longitudinalement 25 dans ladite boîte, ces tubes étant de préférence fendus du côté de leur extrémité libre, tandis qu'un moyen de garnissage est intercalé entre les entrées des troisièmes passages et ladite plaque à perforation.

30 17. - Echangeur à plaques selon la revendication 15, caractérisé en ce que la boîte d'alimentation diphasique comporte un réceptacle pour une phase liquide et une plaque à éjecteurs de détente uniformément répartis sur l'extension transversale de chaque entrée des troisièmes passages.

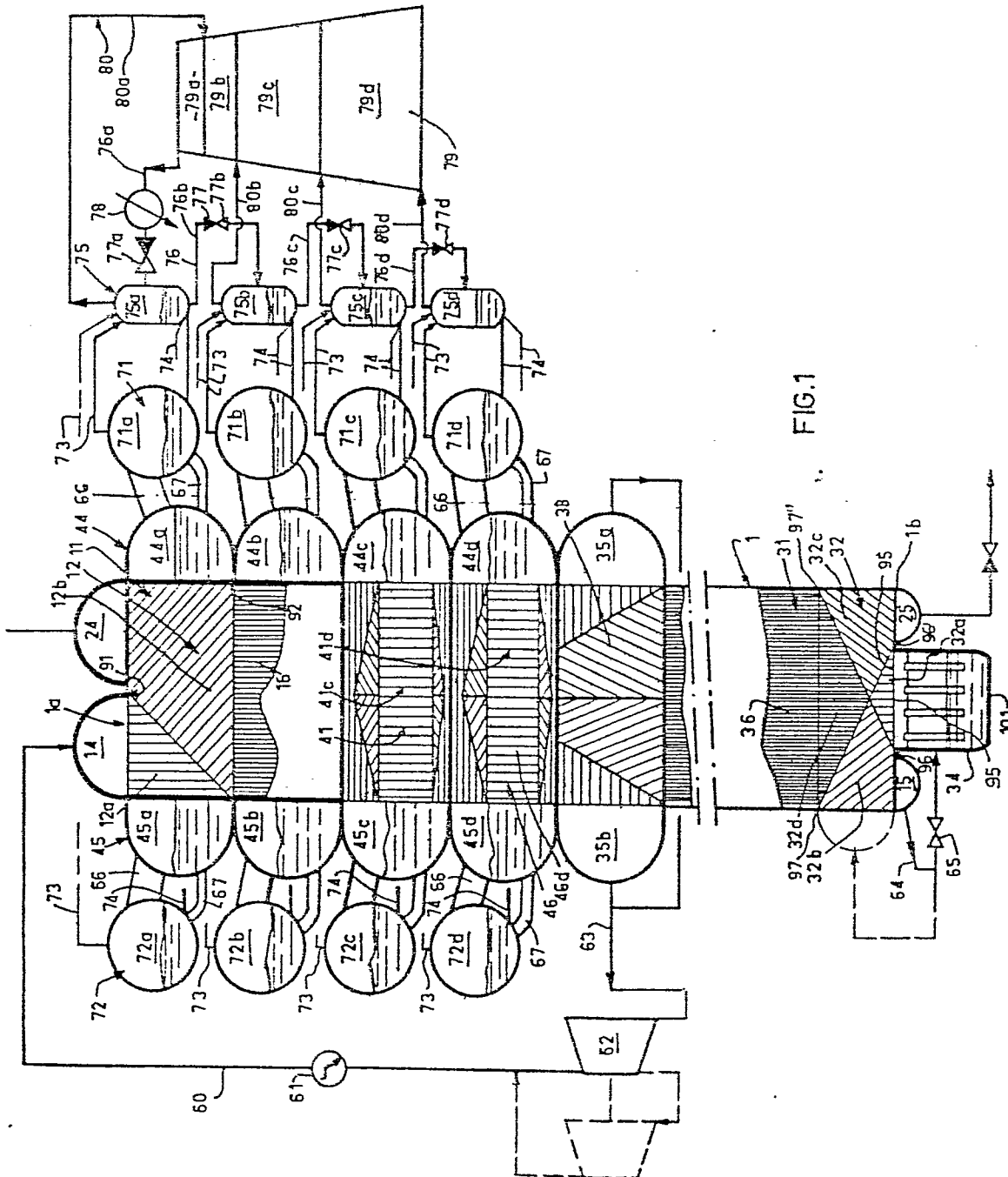
35 18. - Echangeur à plaques selon la revendication 17, caractérisé en ce que la plaque à éjecteurs est cons-

tituée d'une pluralité de barrettes montées de façon étanche à l'entrée de chaque troisièmes passages.

5 19. - Echangeur à plaques selon la revendication 17, caractérisé en ce que la plaque à éjecteurs est une plaque unique, à éjecteurs répartis en surface, disposée à faible distance des entrées des troisièmes passages, l'espace interstitiel entre lesdites entrées et lesdites plaques de tuyères précitées étant rempli d'un garnissage.

10 20. - Echangeur à plaques selon la revendication 15, caractérisé en ce que les moyens de délivrance d'un fluide diphasique dans les troisièmes passages incorporent une boîte d'alimentation en phase liquide montée en bout de la deuxième extrémité d'échangeur et des passages auxiliaires de troisième type communiquant par des perforations réparties
15 avec lesdits troisièmes passages, lesdits passages auxiliaires étant alimentés en phase vapeur.

20 21. - Echangeur à plaques selon la revendication 20, caractérisé en ce que les passages auxiliaires du troisième type sont ménagés dans le prolongement des premiers passages et/ou des deuxièmes passages, eux-mêmes se terminant à distance de la deuxième extrémité par des sorties latérales.



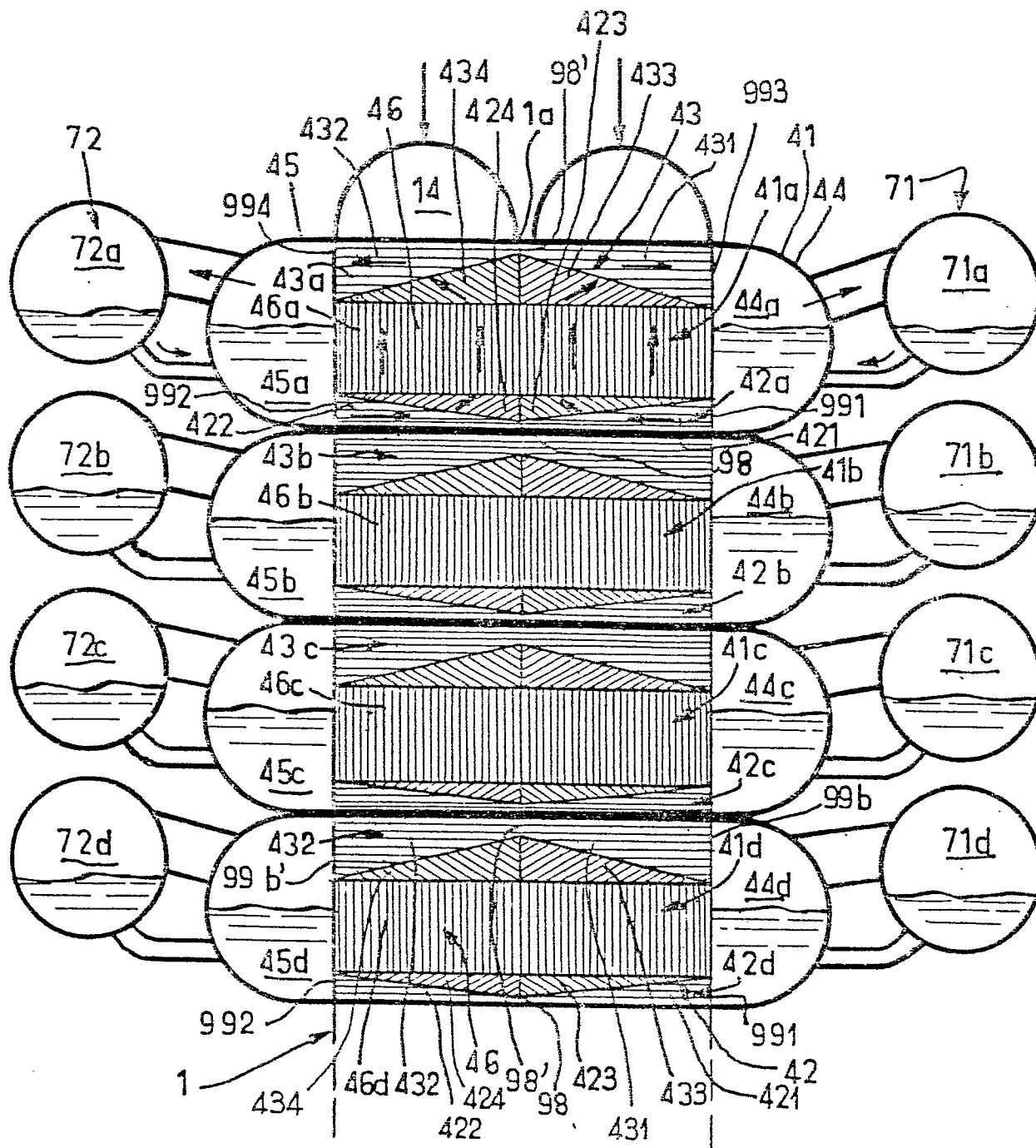
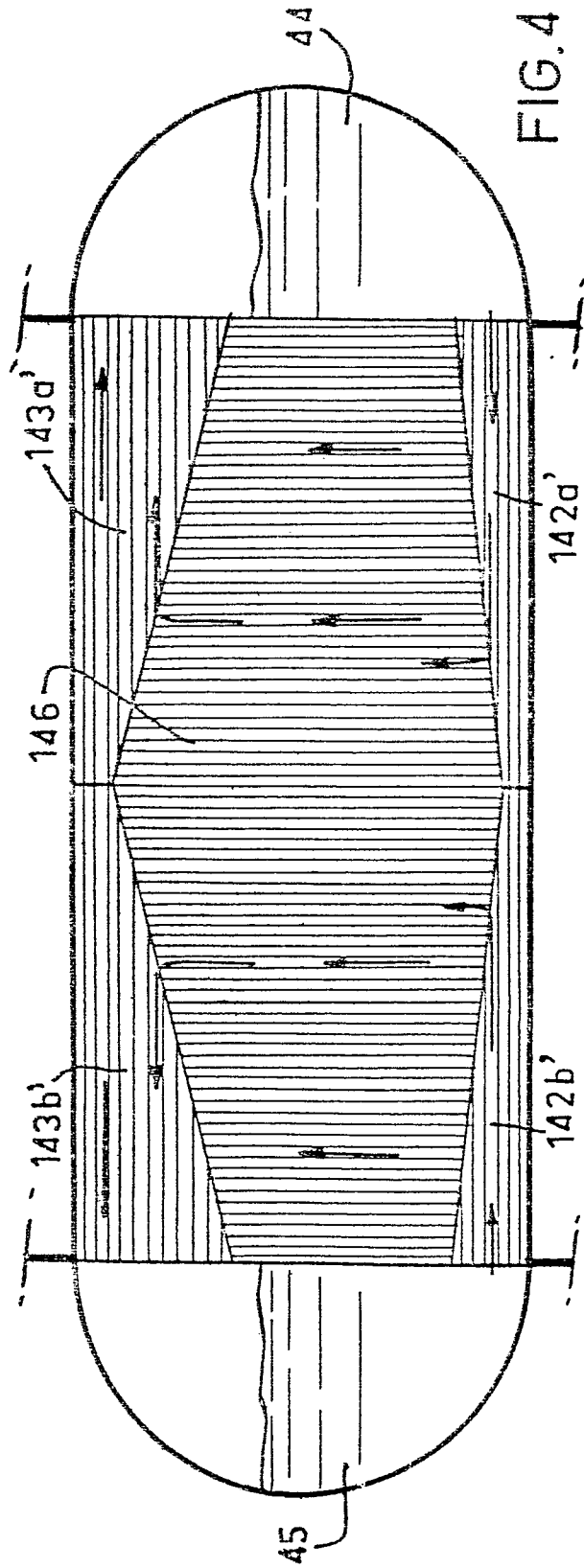
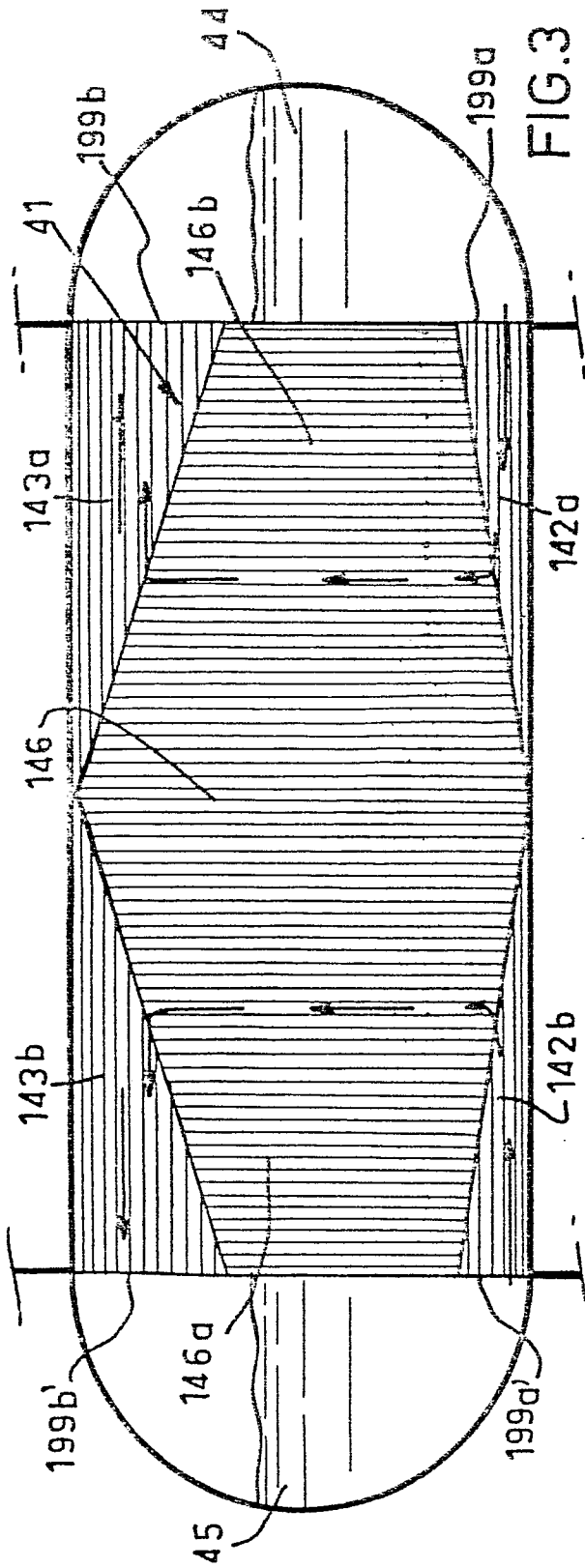
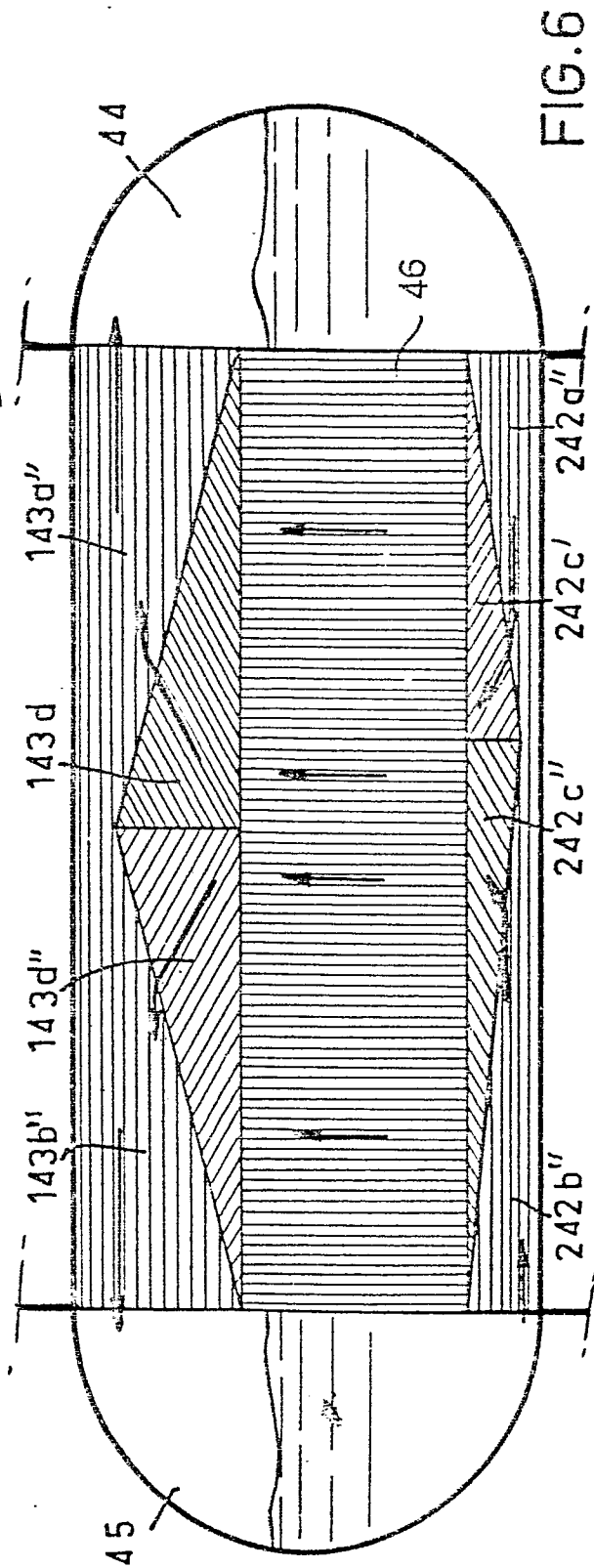
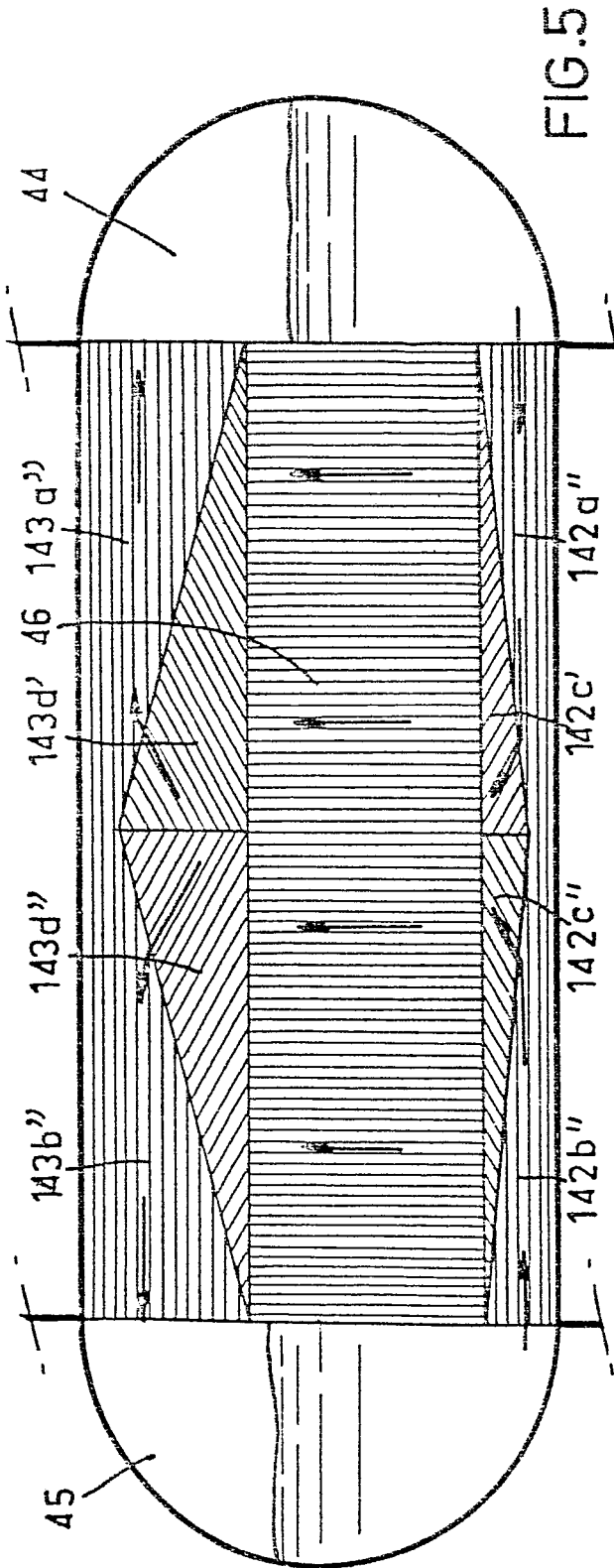
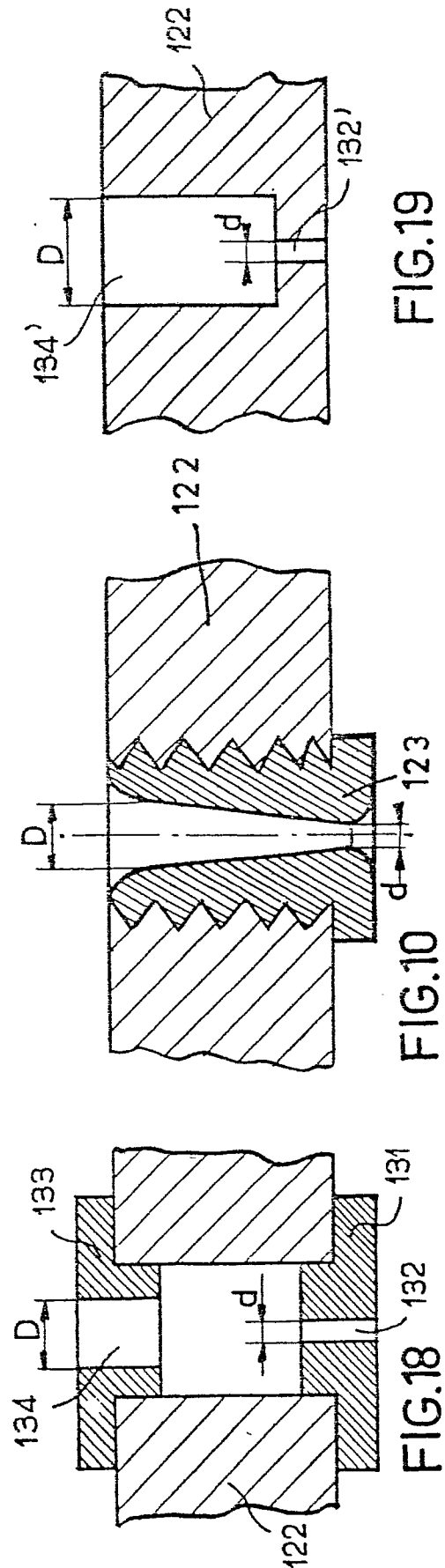
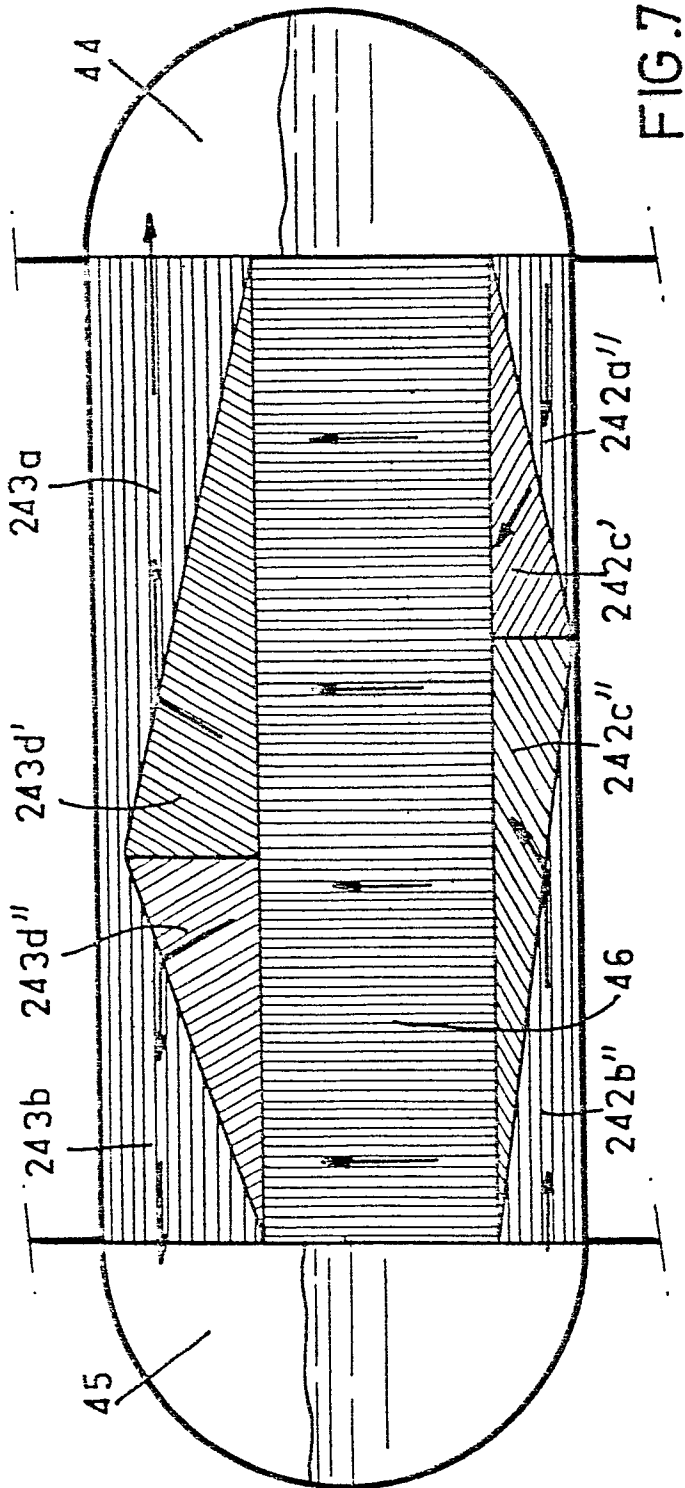


FIG.2



4/11





3/11

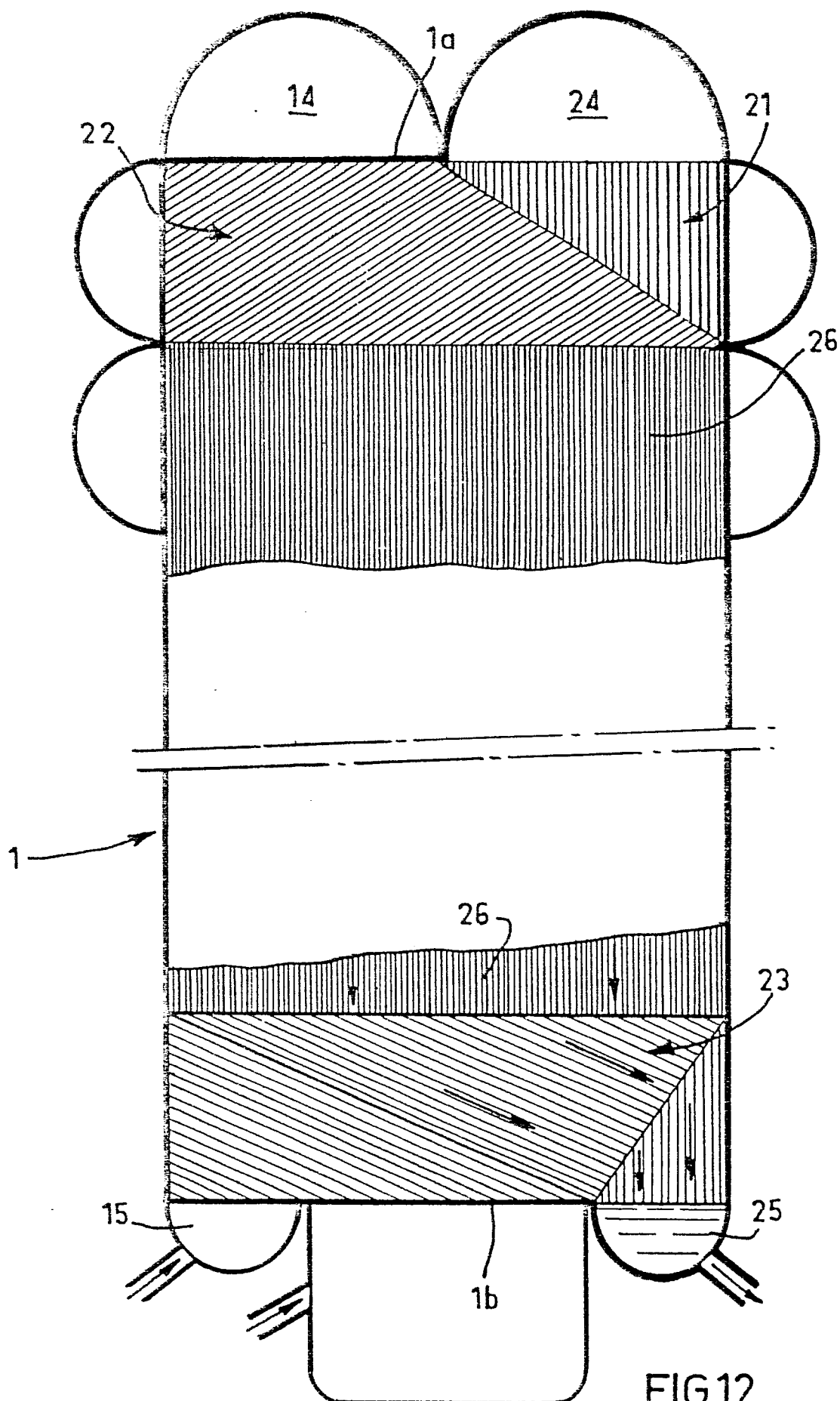


FIG.12

9/11

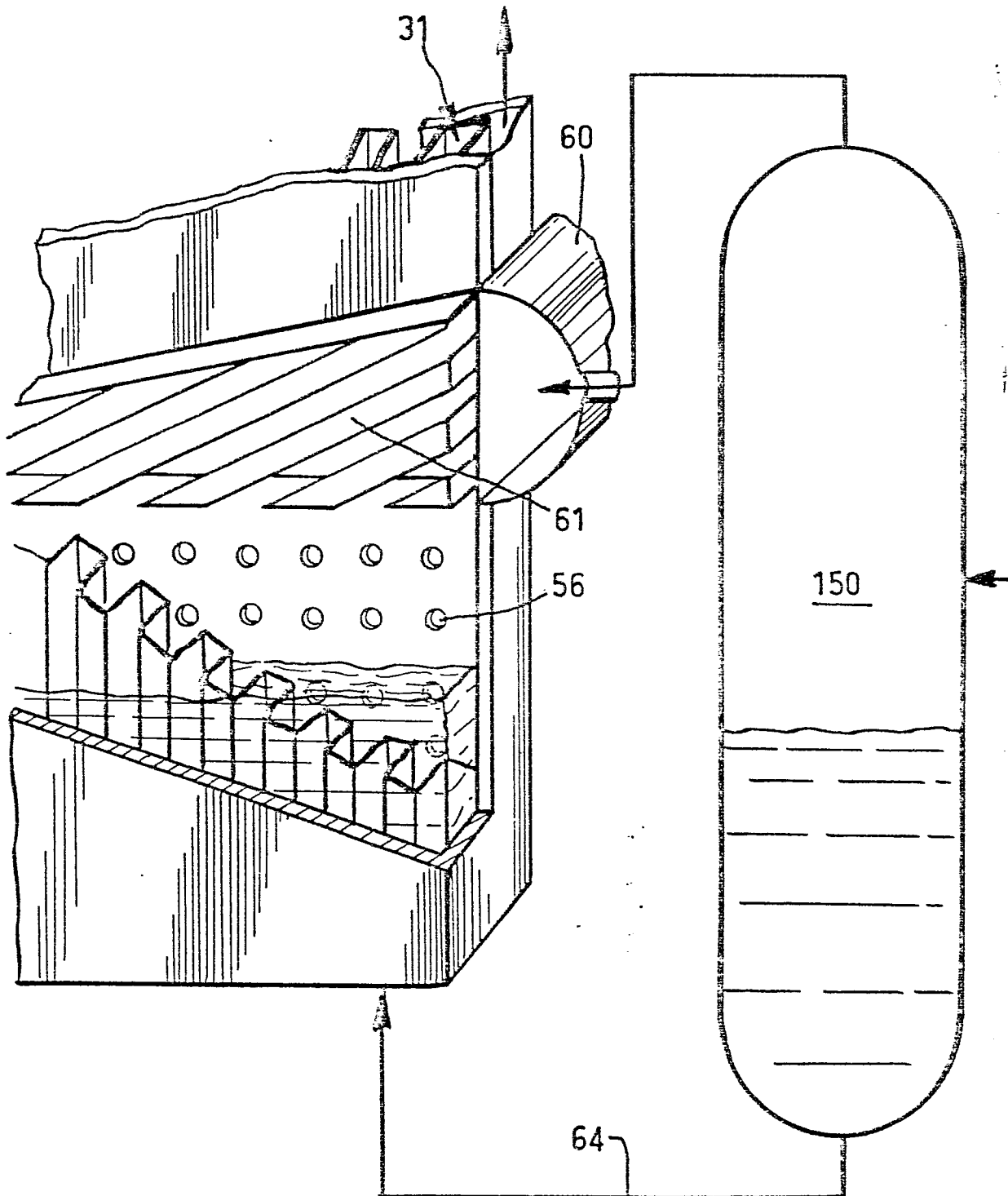
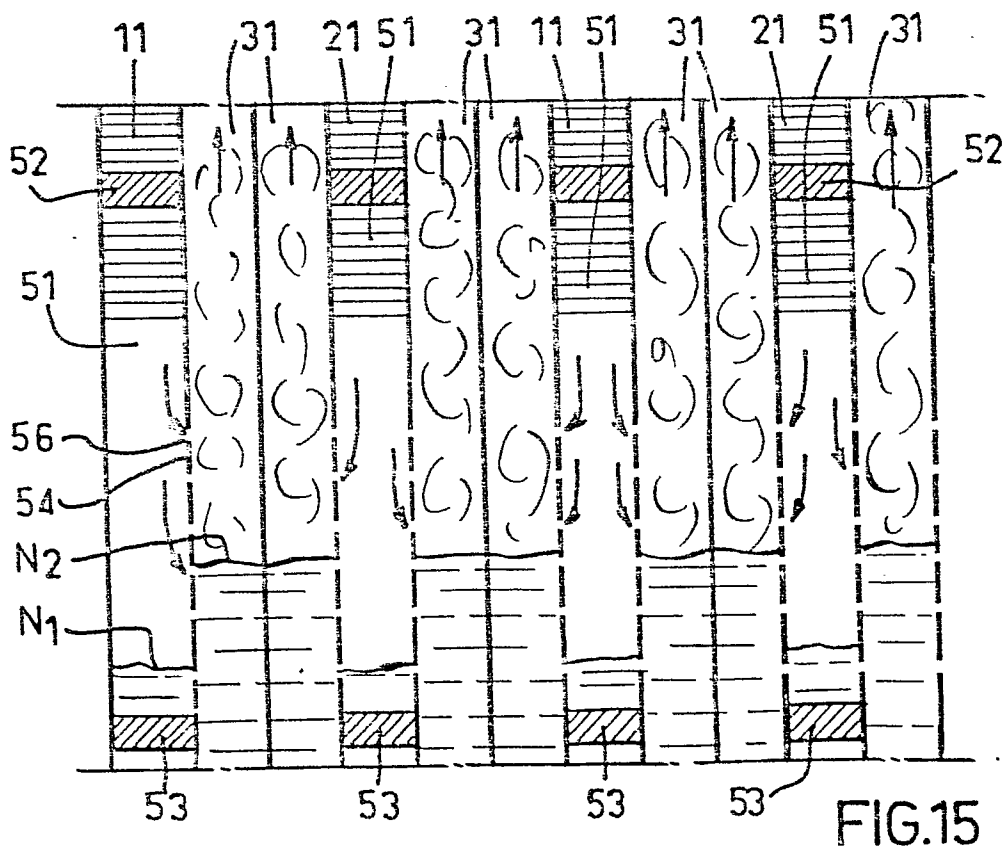
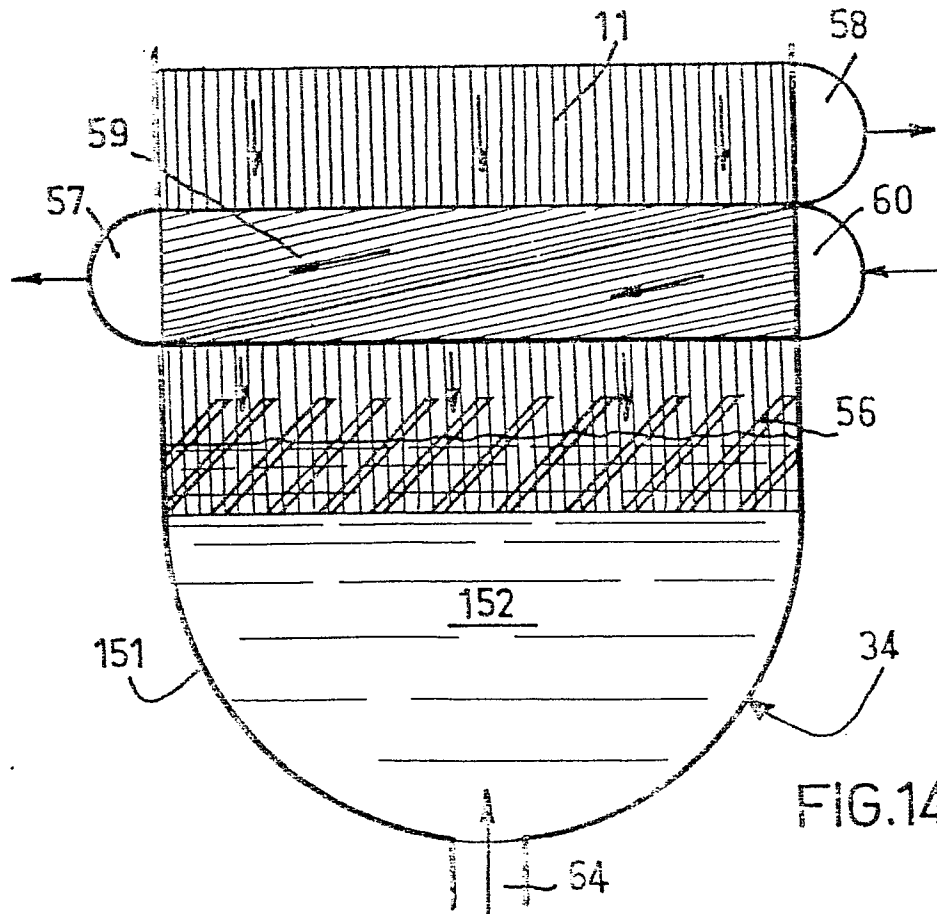


FIG.13

10/11



11/11

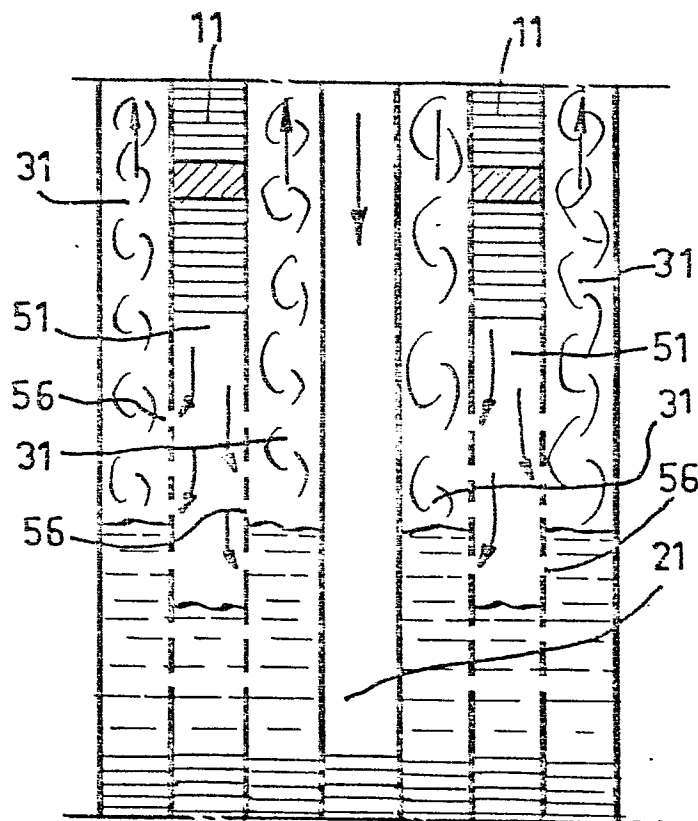
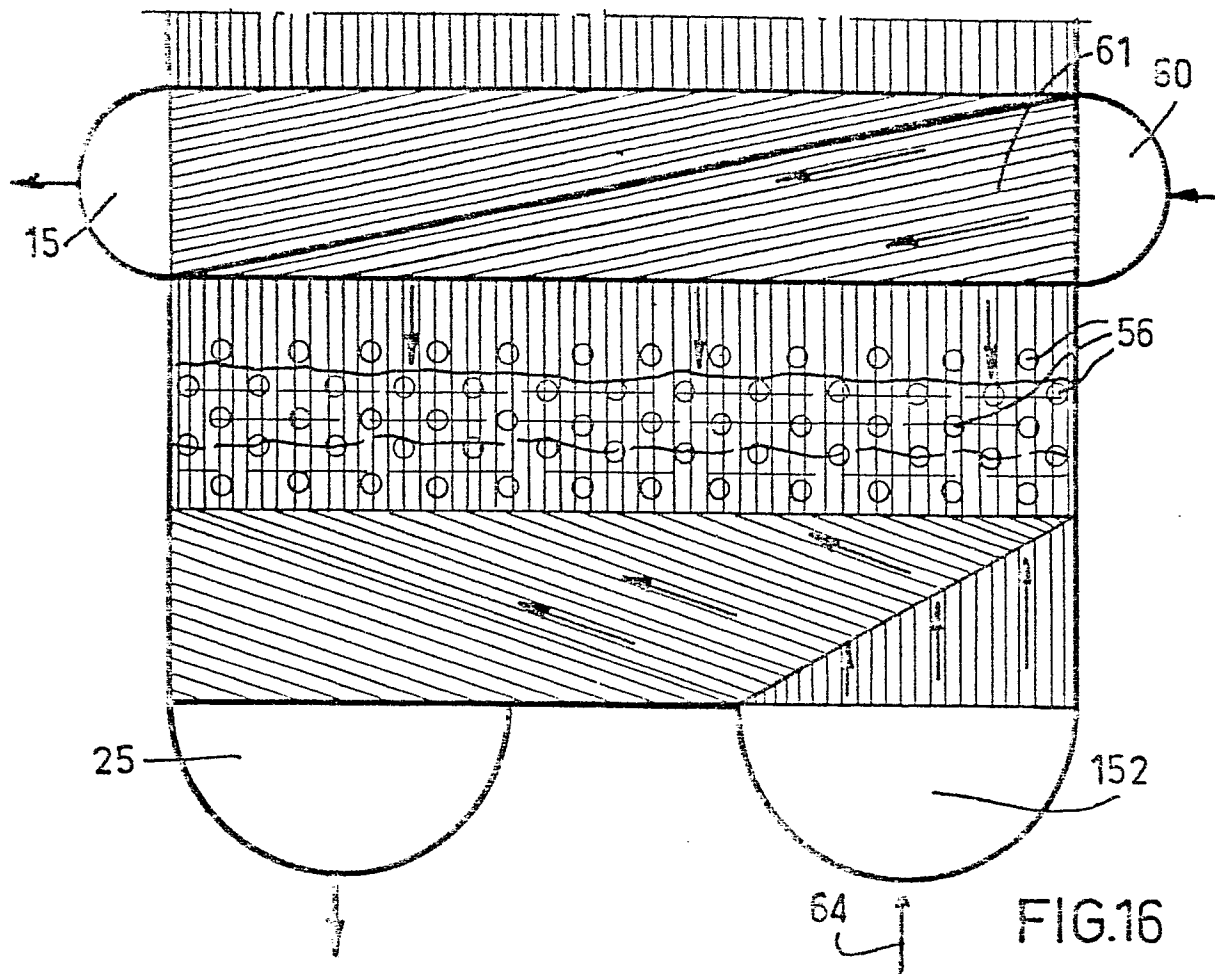


FIG. 17



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0019508

Numéro de la demande

EP 80 40 0500

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 3)
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	
A	FR - A - 2 384 221 (L'AIR LIQUIDE) * En entier *	1	F 25 J 3/00 F 28 D 9/00
--			
A	DE - B - 1 152 432 (LINDE) * Figures 2,3 *	1	
--			
A	FR - A - 2 053 109 (THE BRITISH OXYGEN) * Page 4, lignes 1-7; figures 1,2 *	1	
--			
A	DE - A - 1 925 480 (KOBE STEEL) * Figures 5,6 *	1	F 25 J 3/00 5/00 F 28 D 9/00

			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 3)
			CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES
			X: particulièrement pertinent A: arrière-plan technologique O: divulgation non-écrite P: document intercalaire T: théorie ou principe à la base de l'invention E: demande faisant interférence D: document cité dans la demande L: document cité pour d'autres raisons
			&: membre de la même famille, document correspondant
X	Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications		
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 01-08-1980	Examineur SIEM