



(11) **EP 3 365 624 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
01.01.2020 Bulletin 2020/01

(51) Int Cl.:
F28D 7/16 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **16787777.8**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/EP2016/075283

(22) Date de dépôt: **20.10.2016**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2017/068072 (27.04.2017 Gazette 2017/17)

(54) **DISPOSITIF D'ÉCHANGE THERMIQUE ENTRE UN PREMIER FLUIDE DESTINÉ À ÊTRE VAPORISÉ ET UN DEUXIÈME FLUIDE DESTINÉ À ÊTRE REFROIDI ET/OU CONDENSÉ, INSTALLATION ET PROCÉDÉ ASSOCIÉS**

VORRICHTUNG ZUM WÄRMEAUSTAUSCH ZWISCHEN EINEM ERSTEN ZU VERDAMPFENDEN FLUID UND EINEM ZWEITEN ZU KÜHLENDEN UND/ODER ZU KONDENSIERENDEN FLUID SOWIE ZUGEHÖRIGE ANLAGE UND VERFAHREN

DEVICE FOR THE EXCHANGE OF HEAT BETWEEN A FIRST FLUID INTENDED TO BE VAPORIZED AND A SECOND FLUID INTENDED TO BE COOLED AND/OR CONDENSED, AND ASSOCIATED INSTALLATION AND METHOD

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(72) Inventeur: **RAMBURE, Nicolas**
95200 Herblay (FR)

(30) Priorité: **21.10.2015 FR 1560030**

(74) Mandataire: **Lavoix**
2, place d'Estienne d'Orves
75441 Paris Cedex 09 (FR)

(43) Date de publication de la demande:
29.08.2018 Bulletin 2018/35

(56) Documents cités:
WO-A1-01/44730 DE-A1- 1 517 379
US-A- 2 059 725 US-A1- 2011 017 432
US-B1- 6 868 695

(73) Titulaire: **Technip France**
92400 Courbevoie (FR)

EP 3 365 624 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention concerne un dispositif d'échange thermique entre un premier fluide destiné à être vaporisé et un deuxième fluide destiné à être refroidi et/ou condensé, comprenant :

- une calandre, définissant un volume intérieur de réception du premier fluide s'étendant suivant un axe longitudinal ;
- un faisceau de tubes disposé dans la calandre, le faisceau de tubes s'étendant longitudinalement dans le volume intérieur pour recevoir le deuxième fluide ;
- un organe de désengagement, propre à effectuer une séparation liquide vapeur dans le fluide entraîné à partir du volume intérieur, l'organe de désengagement étant disposé au-dessus du faisceau de tubes. La présente invention concerne plus particulièrement un dispositif tel que décrit par le préambule de la revendication 1 et illustré par le document WO 01/44730A1.

[0002] Le dispositif d'échange thermique est par exemple destiné à être placé dans un train de refroidissement d'une installation de production d'hydrocarbures liquéfiés, en particulier une installation de liquéfaction de gaz naturel.

[0003] La liquéfaction du gaz naturel présente de nombreux avantages en termes de transport et de conditionnement des hydrocarbures. Une quantité croissante du gaz naturel produit est liquéfiée dans des installations de liquéfaction de capacités significatives.

[0004] Pour pré-refroidir le gaz naturel, un dispositif d'échange thermique du type précité est fréquemment utilisé. Dans ce cas, le premier fluide est par exemple du propane. Le propane est introduit sous forme liquide ou diphasique dans le volume intérieur de la calandre, et est vaporisé en récupérant les calories extraites du gaz naturel circulant dans le faisceau de tubes. Le gaz naturel est ainsi pré-refroidi lors de son passage dans le dispositif d'échange thermique.

[0005] En variante, un dispositif du type précité est utilisé pour refroidir ou condenser des fluides réfrigérant (en lieu et place du gaz naturel) dans des boucles de réfrigération.

[0006] Le réchauffage du premier fluide engendre sa vaporisation partielle et la génération d'un fluide entraîné qui est recomprimé avant d'être reliquéfié.

[0007] Le fluide entraîné comporte généralement des gouttelettes de liquide, qui doivent être séparées du flux gazeux, avant que celui-ci ne soit introduit dans le compresseur.

[0008] À cet effet, le dispositif d'échange thermique est généralement muni d'un organe de désengagement, formé par exemple d'un treillis ajouré, à travers lequel le fluide entraîné passe pour éliminer les gouttelettes.

[0009] L'organe de désengagement est situé au-des-

sus du volume de propane liquide, à une distance minimale de celui-ci, afin de ne pas tremper dans le propane liquide. De plus, le propane liquide présent autour du faisceau de tubes subit de nombreuses turbulences, du fait de sa vaporisation partielle, ce qui augmente la distance minimale entre l'organe de désengagement et le faisceau de tubes.

[0010] Compte tenu des capacités de refroidissement nécessaires à la liquéfaction, l'encombrement du dispositif d'échange thermique est élevé. Par suite, dans une installation de liquéfaction de gaz naturel, notamment de grande capacité, les trains de liquéfaction occupent un espace important. Par exemple, dans certaines unités, la longueur des trains de liquéfaction peut atteindre plusieurs dizaines de mètres. Ceci est acceptable lorsque l'emprise au sol disponible est importante, mais peut poser problème dans d'autres contextes, où l'emprise disponible est plus faible.

[0011] Un but de l'invention est de diminuer la taille des dispositifs d'échange thermique dans une installation de production de fluide refroidi et/ou liquéfié, sans nuire à leur efficacité et à leur fonctionnement.

[0012] A cet effet, l'invention a pour objet un dispositif du type précité tel qu'en revendication 1.

[0013] Suivant des modes particuliers de réalisation, le dispositif selon l'invention comprend l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prise(s) isolément ou suivant toute combinaison techniquement possible :

- la cloison ajourée est formée d'un treillis ayant une structure en caillebotis, d'un assemblage de lames parallèles, et/ou d'une mousse métallique.
- la ou chaque région intermédiaire empêchant le passage du fluide définissent également l'espace aval de récupération de gaz, situé à l'opposé du volume intérieur par rapport à l'organe de désengagement ;
- les régions de passage de fluide sont espacées horizontalement et/ou verticalement ;
- l'organe de désengagement comprend au moins une troisième région de passage de fluide horizontale située verticalement à la même hauteur que la première région de passage de fluide, la première région de passage de fluide et la troisième région de passage de fluide délimitant entre elles un espace intermédiaire, la deuxième région de passage de fluide couvrant l'espace intermédiaire ;
- l'organe de désengagement comprend au moins une première région de passage de fluide verticale et au moins une deuxième région de passage de fluide verticale, espacée horizontalement de la première région de passage de fluide ;
- l'organe de désengagement comporte au moins deux cloisons longitudinales ajourées, la première région de passage de fluide étant délimitée par la première cloison longitudinale ajourée et la deuxième région de passage de fluide étant délimitée par la deuxième cloison longitudinale ajourée ;
- la région intermédiaire est située sous la première

région de passage de fluide et sous la deuxième région de passage de fluide ;

- l'organe de désengagement comprend une cloison ajourée de révolution autour d'un axe vertical, avantageusement une cloison cylindrique ajourée ;
- il comprend une cheminée disposée au-dessus de la calandre, l'organe de désengagement étant disposé dans la cheminée ;
- dans le plan perpendiculaire à l'axe longitudinal, le faisceau de tubes définit une enveloppe allongée horizontalement, notamment de forme oblongue ou pseudo trapézoïdale ;
- il comprend une entrée d'introduction du premier fluide dans le volume intérieur, l'entrée d'introduction débouchant dans le fond du volume intérieur, dans une partie inférieure de la calandre ;
- l'organe de désengagement s'étend sur toute la longueur de la calandre.

[0014] L'invention a également pour objet une installation de liquéfaction d'hydrocarbures, comprenant au moins un train de liquéfaction, le train de liquéfaction comprenant un dispositif tel que décrit plus haut.

[0015] L'invention a aussi pour objet un procédé d'échange thermique entre un premier fluide destiné à être vaporisé et un deuxième fluide destiné à être refroidi et/ou condensé, comprenant les étapes suivantes :

- fourniture d'un dispositif tel que décrit plus haut,
- passage du premier fluide dans le volume intérieur ;
- passage du deuxième fluide dans les tubes du faisceau de tubes ;
- réchauffage du premier fluide par échange thermique avec le deuxième fluide, et évaporation au moins partielle du premier fluide pour former un fluide entraîné comprenant du gaz et des gouttelettes de liquide ;
- collecte du liquide présent dans le fluide entraîné dans l'organe de désengagement, par passage du fluide entraîné à travers les régions de passage de fluide.

[0016] L'invention a également pour objet un dispositif d'échange thermique entre un premier fluide destiné à être vaporisé et un deuxième fluide destiné à être refroidi et/ou condensé, comprenant :

- une calandre, définissant un volume intérieur de réception du premier fluide s'étendant suivant un axe longitudinal ;
- un faisceau de tubes disposé dans la calandre, le faisceau de tubes s'étendant longitudinalement dans le volume intérieur ;
- un organe de désengagement, destiné à effectuer une séparation liquide vapeur dans un fluide entraîné à partir du volume intérieur, l'organe de désengagement étant disposé au-dessus du faisceau de tubes ;

caractérisé en ce que, dans un plan perpendiculaire à l'axe longitudinal, le faisceau de tubes définit une enveloppe allongée horizontalement, notamment de forme oblongue ou pseudo trapézoïdale.

[0017] Dans ce cas, l'organe de désengagement ne comporte pas nécessairement dans au moins un plan perpendiculaire à l'axe longitudinal, au moins deux régions de passage de fluide disjointes et au moins une région intermédiaire empêchant le passage de fluide.

[0018] Il peut cependant comprendre l'une ou plusieurs des caractéristiques ci-dessus, prise(s) isolément ou suivant toute combinaison techniquement possible.

[0019] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple, et faite en se référant aux dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 est une vue, prise en coupe partielle suivant un plan longitudinal, d'un premier dispositif d'échange thermique selon l'invention ;
- la figure 2 est une vue, prise en coupe partielle suivant un plan transversal $\parallel\parallel$ du dispositif de la figure 1 ;
- la figure 3 est une vue analogue à la figure 2 d'un deuxième dispositif d'échange thermique selon l'invention ;
- la figure 4 est une vue analogue à la figure 2 d'un troisième dispositif d'échange thermique non conforme à l'invention ;
- la figure 5 est une vue analogue à la figure 2 d'un quatrième dispositif d'échange thermique non conforme à l'invention ;
- la figure 6 est une vue partielle, prise en coupe suivant un plan longitudinal du quatrième dispositif d'échange thermique ;
- la figure 7 est une vue de dessus d'une cloison ajourée en forme de caillebotis pour un organe de désengagement d'un dispositif d'échange thermique selon l'invention ;
- la figure 8 est une vue en perspective partielle d'une cloison ajourée formée de lamelles adjacentes pour un organe de désengagement d'un dispositif d'échange thermique selon l'invention ;
- les figures 9 et 10 sont des vues, prises en coupe suivant un plan transversal de faisceaux de tubes multicourants ;
- la figure 11 est une vue de l'échangeur thermique d'un cinquième dispositif d'échange thermique selon l'invention.

[0020] Dans tout ce qui suit, les termes « amont » et « aval » s'entendent par rapport au sens normal de circulation d'un fluide dans le dispositif d'échange thermique.

[0021] Un premier dispositif 10 d'échange thermique selon l'invention est illustré par la figure 1, dans une installation 12 de production de fluide, en particulier une installation de liquéfaction de gaz naturel.

[0022] Le dispositif d'échange thermique 10 est destiné à placer en relation d'échange thermique un premier fluide circulant dans un cycle de réfrigération avec un deuxième fluide de l'installation 12. Le premier fluide est propre à se réchauffer et à se vaporiser au moins en partie dans le dispositif 10 pour engendrer un fluide entraîné. Le deuxième fluide est propre à être refroidi, et avantageusement liquéfié dans le dispositif 10.

[0023] Dans cet exemple, le premier fluide est un hydrocarbure, par exemple du propane, ou un mélange d'hydrocarbures.

[0024] Le deuxième fluide est avantageusement du gaz naturel ou un mélange réfrigérant. Il est sous forme gazeuse ou diphasique en amont du dispositif d'échange thermique 10. Le deuxième fluide est sous forme liquide ou diphasique ou gazeux après son passage dans le dispositif d'échange thermique 10.

[0025] L'installation 12 comprend une source 14 de deuxième fluide sous forme gazeuse, disposée en amont du dispositif d'échange thermique 10, et une capacité 16 de récupération du deuxième fluide liquéfié, disposée en aval du dispositif d'échange thermique 10.

[0026] L'installation 12 comprend en outre un cycle de réfrigération 18, dans lequel circule le premier fluide.

[0027] Le cycle de réfrigération 18 comprend par exemple, en amont du dispositif 10, un organe de détente 20, tel qu'une vanne de détente statique ou une turbine de détente dynamique, propre à détendre le premier fluide pour entraîner son refroidissement, et un séparateur 22 gaz/liquide, disposé entre l'organe de détente 20 et le dispositif d'échange thermique 10. Le cycle de réfrigération 18 comporte un compresseur 24, disposé en aval du dispositif d'échange thermique 10.

[0028] En référence à la figure 1, le dispositif d'échange thermique 10 est de type à calandre et faisceau de tubes.

[0029] Il comporte une calandre 30 allongée, un faisceau de tubes 32 disposé dans un volume intérieur 34 de la calandre 30 et un distributeur/collecteur 36, propre à distribuer le deuxième fluide dans le faisceau de tubes 32 et à le collecter à sa sortie du faisceau de tubes 32. Le faisceau de tubes est représenté schématiquement par un seul tube sur la figure 1.

[0030] Le dispositif d'échange thermique 10 comporte en outre au moins une entrée inférieure 38 d'introduction du premier fluide dans le volume intérieur 34, au moins une sortie inférieure 40 de purge d'un excès de premier fluide sous forme liquide, et au moins une sortie supérieure 42 d'évacuation du flux gazeux entraîné, disposée au-dessus de la calandre 30.

[0031] Le dispositif d'échange thermique 10 comprend de plus un organe de désengagement 44, interposé entre le faisceau de tubes 32 et la sortie supérieure 42 pour éliminer les gouttelettes de liquide présentes dans le flux gazeux entraîné à travers la sortie supérieure 42.

[0032] La calandre 30 s'étend suivant un axe longitudinal A-A' d'allongement, qui dans l'exemple représenté sur la figure 1, est un axe horizontal.

[0033] Elle présente une paroi 46 délimitant intérieurement le volume intérieur 34, une pluralité de chicanes 48 de support du faisceau de tubes 32, et dans cet exemple, une paroi interne 50 de rétention du premier fluide autour du faisceau de tubes 32, faisant saillie verticalement dans le volume intérieur 34, au voisinage de l'extrémité du faisceau de tubes 32.

[0034] Le faisceau de tubes 51 comporte par exemple plus de 5000 tubes.

[0035] Chaque tube 51 présente un diamètre interne notamment compris entre 1,6 cm (5/8 de pouce) et 3,8 cm (1.5 pouce). Les tubes 51 présentent de préférence une section circulaire. Les tubes sont dépourvus de matériau de remplissage solide, comme par exemple un packing ou du catalyseur.

[0036] Dans cet exemple, chaque tube 51 présente un tronçon amont 52 et un tronçon aval 54 s'étendant linéairement parallèlement à l'axe A-A', et un tronçon intermédiaire coudé 56 raccordant les tronçons 52, 54. Les tronçons 52, 54 débouchent en amont et en aval dans le distributeur/collecteur 36.

[0037] Dans l'exemple illustré par la figure 2, les tubes 51 du faisceau de tubes 32 définissent, en section dans un plan transversal à l'axe A-A', une enveloppe 55 de contour circulaire.

[0038] En variante, comme illustré par la figure 3 ou par la figure 5, les tubes 51 définissent, en section dans un plan transversal à l'axe A-A', une enveloppe 55 de contour allongé suivant un axe B-B' horizontal. Cette enveloppe est par exemple de forme sensiblement oblongue à bord droit (voir figure 3), ou de forme pseudo trapézoïdale, avec deux bords horizontaux parallèles raccordés par deux bords de contours en forme d'arc de cercle (voir figure 5).

[0039] Lorsque l'enveloppe définie par les tubes 51 est allongée, la compacité du dispositif d'échange thermique 10 est améliorée, pour une hauteur donnée séparant le faisceau de tubes 32 de l'organe de désengagement 44.

[0040] Le distributeur/collecteur 36 comporte un compartiment amont 60 de distribution du deuxième fluide sous forme gazeuse ou diphasique et un compartiment aval 62 de collecte du deuxième fluide sous forme liquide ou diphasique.

[0041] Le compartiment amont 60 est raccordé d'une part à la source 14 de deuxième fluide, et d'autre part, aux tronçons amont 52 des tubes 51.

[0042] Le compartiment aval 60 est raccordé d'une part, aux tronçons aval 54 des tubes 51 et d'autre part, à la capacité 16 de collecte du deuxième fluide sous forme liquide ou diphasique.

[0043] L'entrée inférieure 38 est piquée verticalement sous la calandre 30, et débouche vers le haut en regard du faisceau de tubes 32. Elle est propre à introduire le premier fluide sous forme liquide ou diphasique par débordement dans le volume intérieur 34. Elle est raccordée en amont à l'organe de détente 20, avantageusement à travers le séparateur liquide/gaz 22.

[0044] La paroi de rétention 50 présente une hauteur

supérieure à la hauteur du faisceau de tubes 32. Elle est propre à retenir le premier fluide introduit par l'entrée inférieure 38 pour immerger sensiblement totalement le faisceau de tubes 32 dans le premier fluide.

[0045] La sortie inférieure 40 est piquée verticalement sous la calandre 30, à l'opposé du faisceau de tubes 32 par rapport à la paroi de rétention 50.

[0046] Le premier fluide liquide n'ayant pas été vaporisé dans le volume intérieur 34 est propre à s'écouler par débordement au-dessus de la paroi de rétention 50, et à s'évacuer à travers la sortie inférieure 40.

[0047] La sortie supérieure 42 est piquée verticalement au-dessus de la calandre 30, de préférence en regard du faisceau de tubes 32, à l'opposé de l'organe de désengagement 44 par rapport au faisceau de tubes 32. Elle est raccordée en aval au compresseur 24.

[0048] L'organe de désengagement 44 est destiné à éliminer les gouttelettes présentes dans le fluide entraîné au-dessus du faisceau de tubes.

[0049] Il est interposé horizontalement entre le faisceau de tubes 32 et la sortie supérieure 42, au-dessus du faisceau de tubes 32. Il s'étend avantageusement sur toute la longueur de la calandre 46.

[0050] Une hauteur minimale h_1 est maintenue entre les tubes 51 du faisceau de tubes 32 et l'organe de désengagement 44. Cette hauteur est par exemple supérieure à 600 mm.

[0051] L'organe de désengagement 44 comporte au moins une cloison ajourée formée d'un treillis ayant une structure en caillebotis 70, telle qu'illustrée par la figure 7 ou d'un assemblage de lamelles parallèles 72, par exemple en forme de chevrons, telle qu'illustrées par la figure 8.

[0052] La cloison ajourée définit un réseau d'alvéoles 74, permettant le passage du flux d'entraînement gazeux chargé de gouttelettes, et la collecte des gouttelettes à la périphérie des passages

[0053] Dans l'exemple représenté sur la figure 2, l'organe de désengagement 44 comporte une première cloison longitudinale ajourée 80 située à une première hauteur, et une deuxième cloison longitudinale ajourée 82, disposée à l'écart verticalement de la première cloison longitudinale ajourée 80 à une deuxième hauteur au-dessus de la première hauteur.

[0054] L'organe de désengagement 44 comporte en outre une troisième cloison longitudinale ajourée 84 espacée horizontalement de la première cloison 80, à la même hauteur que la première cloison 80.

[0055] Les cloisons longitudinales 80, 82, 84 sont formées par des plaques ajourées s'étendant horizontalement sur toute la longueur de la calandre 30.

[0056] La première cloison 80 et la deuxième cloison 84 délimitent entre elles un espace intermédiaire 86 ouvert vers le haut par la deuxième cloison 82.

[0057] La largeur de la deuxième cloison 82 est supérieure à celle de l'espace intermédiaire 86. Ainsi, au moins une partie latérale de la deuxième cloison 82 s'étend en regard de la première cloison 80, et au moins

une partie latérale de la deuxième cloison 82 s'étend en regard de la troisième cloison 84.

[0058] La première cloison 80 est raccordée à la deuxième cloison 82 par une première paroi pleine inclinée 88. La troisième cloison 84 est raccordée à la deuxième cloison 82 par une deuxième paroi pleine inclinée 89.

[0059] Ainsi, selon l'invention, dans chaque plan transversal perpendiculaire à l'axe longitudinal A-A', l'organe de désengagement 44 comporte au moins deux régions 90, 92, 94 de passage de fluide disjointes, et au moins une région intermédiaire 98, 99 empêchant le passage de fluide.

[0060] Dans l'exemple représenté sur la figure 2, au moins une première région 90 de passage de fluide est délimitée sur la première cloison ajourée 80, une deuxième région 92 de passage de fluide est délimitée sur la deuxième cloison ajourée 82, et une troisième région 94 de passage de fluide est délimitée sur la troisième cloison 84. La deuxième région de passage de fluide 92 est située au-dessus de la première région de passage de fluide 90 et de la troisième région de passage de fluide 94 en étant totalement disjointe de ces régions 90, 94.

[0061] Les régions intermédiaires 98, 99 empêchant le passage de fluide sont délimitées respectivement par les parois pleines 88, 89.

[0062] La deuxième région de passage de fluide 92 étant déportée verticalement par rapport aux régions de passage de fluide 90, 94, il est possible de remonter l'organe de désengagement 44 dans la calandre 30, sans diminuer la surface ajourée disponible pour le passage du flux entraîné.

[0063] Le dispositif d'échange thermique 10 est donc plus compact, tout en conservant des propriétés adéquates d'élimination des gouttelettes présentes dans le flux entraîné.

[0064] Un procédé d'échange thermique, mis en oeuvre à l'aide du dispositif 10 selon l'invention, va maintenant être décrit.

[0065] Dans ce procédé, le deuxième fluide sous forme gazeuse est amené depuis la source 14 jusqu'au compartiment de distribution 60 du distributeur/collecteur 36. Le premier fluide est réparti entre les tubes 51 du faisceau de tubes 32 et circule successivement dans le tronçon amont 52, dans le tronçon intermédiaire coudé 56, puis dans le tronçon aval 54.

[0066] Lors de ce passage dans le faisceau de tubes 32, le deuxième fluide se refroidit et se condense par échange thermique sans contact avec le premier fluide situé à l'extérieur des tubes 51 du faisceau 32 dans le volume intérieur 34.

[0067] Le deuxième fluide est collecté sous forme liquide dans le compartiment de collecte 62, puis est évacué hors du dispositif 10 jusqu'à la capacité 16.

[0068] Simultanément, du premier fluide sous forme liquide ou diphasique, obtenu par détente à travers l'organe de détente 20 est introduit en continu par l'entrée inférieure 38 dans le volume intérieur 34. Le premier fluide forme un bain de liquide, dans lequel sont immergés

les tubes 51 du faisceau de tubes 32.

[0069] Les calories issues du deuxième fluide, collectées par le premier fluide provoquent l'évaporation partielle du premier fluide autour du faisceau de tubes 32 et le dégagement d'un flux entraîné au-dessus du faisceau de tubes 32.

[0070] Le flux entraîné est constitué majoritairement de gaz, mais comporte éventuellement des gouttelettes de liquide en amont de l'organe de désengagement 44.

[0071] Lors du passage dans l'organe de désengagement 44, le flux entraîné traverse les régions de passage de fluide 90, 92, 94 des cloisons ajourées 80, 82, 84. Les gouttelettes de liquide sont retenues par la structure des cloisons 80, 82, 84, de sorte que le flux entraîné est totalement gazeux dans l'espace aval de récupération 100 situé à l'opposé du faisceau de tubes 32 par rapport à l'organe de désengagement 44.

[0072] Le flux entraîné est ensuite extrait par la sortie supérieure 42 pour être amené jusqu'au compresseur 24.

[0073] Dans le volume intérieur 34, l'excès de premier fluide non évaporé s'écoule par débordement à partir de la paroi de rétention 50 jusqu'à la sortie inférieure 40, avant d'être recyclé.

[0074] La présence d'un organe de désengagement 44 présentant des régions de passage de fluide disjointes améliore donc la compacité du dispositif d'échange thermique 10, sans nuire à la capacité d'élimination des gouttelettes de liquide dans le fluide entraîné, et en maintenant une distance suffisante entre le faisceau de tubes 32 et l'organe de désengagement 44.

[0075] Une variante de dispositif 10 non conforme à l'invention, représentée sur la figure 4, diffère du dispositif 10 représenté sur la figure 2 en ce que les cloisons longitudinales 80, 82 s'étendent verticalement, parallèlement l'une à l'autre sur toute la longueur de la calandre 30. La paroi pleine 88 s'étend horizontalement sous les cloisons 80, 82 pour obturer vers le bas l'espace aval 100.

[0076] La paroi pleine 88 fait saillie latéralement de part et d'autre des parois 80, 82, pour forcer le flux entraîné à se déplacer latéralement vers l'extérieur de la calandre 30, puis à effectuer un coude pour atteindre les cloisons ajourées 80, 82.

[0077] Comme précédemment, les cloisons ajourées 80, 82 délimitent respectivement dans chaque plan transversal à l'axe A-A', une première région de passage de fluide 90 et une deuxième région de passage de fluide 92 disjointes. Les régions 90, 92 s'étendent ici verticalement.

[0078] La première région de passage de fluide 90 et la deuxième région de passage de fluide 92 sont raccordées l'une à l'autre par une région pleine 98 horizontale, située en regard du faisceau de tubes 32.

[0079] Le fonctionnement du dispositif 10 représenté sur la figure 4 est analogue à celui du dispositif 10 représenté sur la figure 2.

[0080] Une autre variante de dispositif 10 non conforme à l'invention est illustrée par les figures 5 et 6.

[0081] À la différence du dispositif 10 représenté sur la figure 1, le dispositif 10 représenté sur les figures 5 et 6 comporte une cheminée 110 faisant saillie verticalement au-dessus de la calandre 30.

[0082] La cheminée 110 est de forme sensiblement cylindrique d'axe vertical C-C'. Elle débouche dans le volume intérieur 34, au-dessus du faisceau de tubes 32.

[0083] La sortie supérieure 42 est ménagée à l'extrémité libre de la cheminée 110.

[0084] L'organe de désengagement 44 est contenu dans la cheminée 110.

[0085] Dans cet exemple, l'organe de désengagement 44 comporte une cloison ajourée 80 cylindrique d'axe vertical, de préférence coaxiale avec la cheminée 110. Il comporte une paroi pleine 88 fermant la cloison ajourée 80 vers le haut, et une paroi pleine annulaire 89 raccordant un bord inférieur de la cloison ajourée 80 à la périphérie de la cheminée 110.

[0086] La cloison ajourée cylindrique 80 débouche vers le bas en regard du faisceau de tubes 32, à l'intérieur de la paroi pleine annulaire 89.

[0087] Comme précédemment, dans au moins un plan transversal perpendiculaire à l'axe A-A', visible sur la figure 5, la cloison ajourée 80 délimite une première région de passage de fluide 90 et une deuxième région de passage de fluide 92 disjointes. Les régions 90, 92 sont ici verticales.

[0088] La paroi intermédiaire 88 délimite une région intermédiaire pleine 98 raccordant les régions 90, 92.

[0089] Par ailleurs, le faisceau de tubes 32 définit une enveloppe allongée horizontalement, ici de forme pseudo trapézoïdale.

[0090] Dans une variante (non représentée) du dispositif 10 de la figure 3, l'organe de désengagement 44 comprend une unique cloison longitudinale ajourée 80 s'étendant horizontalement. L'organe de désengagement 44 ne comporte pas, dans au moins un plan perpendiculaire à l'axe longitudinal A-A', au moins deux régions de passage de fluide disjointes et au moins une région intermédiaire empêchant le passage de fluide.

[0091] Dans une variante, illustrée par la figure 9, le faisceau de tubes 32 est un faisceau de tubes multicourants. Les tubes 51 d'une première région 200 du faisceau 32 sont raccordés à une source 202 de mélange réfrigérant. Les tubes 51 d'une deuxième région 204 sont raccordés à la source 14 de gaz naturel.

[0092] Dans cet exemple, les régions 200, 204 sont situées l'une au-dessus de l'autre.

[0093] En variante, représentée sur la figure 10, les régions 200, 204 sont situées côte à côte.

[0094] Dans le cinquième dispositif 10 selon l'invention, illustré sur la figure 11, les tubes 51 sont des tubes droits qui traversent la calandre 30 parallèlement à son axe A-A'.

[0095] Dans une variante, la cloison ajourée est formée d'une mousse métallique.

[0096] Dans une autre variante, la cloison ajourée comporte une paroi délimitant des ouvertures et une

mousse métallique positionnée sur les ouvertures de la paroi.

[0097] La mousse métallique est par exemple une mousse d'aluminium telle que la mousse Duocel® commercialisée par la société ERG Aerospace Corporation.

[0098] En outre, comme visible manifestement sur les figures, l'espace aval 100 de récupération de gaz, situé à l'opposé du volume intérieur par rapport à l'organe de désengagement 44 est délimité d'une part, par les régions de passage de fluide, et d'autre part, par la ou par chaque région empêchant le passage de fluide.

[0099] Comme indiqué plus haut, cet espace aval 100 contient un fluide exclusivement gazeux ayant traversé les régions de passage de fluide.

Revendications

1. Dispositif (10) d'échange thermique entre un premier fluide destiné à être vaporisé et un deuxième fluide destiné à être refroidi et/ou condensé, comprenant :

- une calandre (30), définissant un volume intérieur (34) de réception du premier fluide s'étendant suivant un axe longitudinal (A-A') ;
- un faisceau de tubes (32) disposé dans la calandre (30), le faisceau de tubes (32) s'étendant longitudinalement dans le volume intérieur (34) pour recevoir le deuxième fluide ;
- un organe de désengagement (44), propre à effectuer une séparation liquide vapeur dans le fluide entraîné à partir du volume intérieur (34), l'organe de désengagement (44) étant disposé au-dessus du faisceau de tubes (32) ;

dans au moins un plan perpendiculaire à l'axe longitudinal (A-A'), l'organe de désengagement (44) comportant au moins deux régions de passage de fluide disjointes (90, 92, 94) et au moins une région intermédiaire (88, 89) empêchant le passage de fluide, chaque région de passage de fluide (90, 92, 94) étant formée par une cloison ajourée, et les régions de passage de fluide (90, 92, 94) définissant un espace aval (100) de récupération de gaz, situé à l'opposé du volume intérieur (34) par rapport à l'organe de désengagement (44),

caractérisé en ce que l'organe de désengagement (44) comprend au moins une première région de passage de fluide (90) horizontale située à une première hauteur et au moins une deuxième région de passage de fluide horizontale (92) située à une deuxième hauteur au-dessus de la première hauteur.

2. Dispositif (10) selon la revendication 1, dans lequel les régions de passage de fluide (90, 92, 94) sont espacées horizontalement et/ou verticalement.

3. Dispositif (10) selon la revendication 1 ou 2, dans lequel l'organe de désengagement (44) comprend au moins une troisième région de passage de fluide (94) horizontale située verticalement à la même hauteur que la première région de passage de fluide (90), la première région de passage de fluide (90) et la troisième région de passage de fluide (94) délimitant entre elles un espace intermédiaire (86), la deuxième région de passage de fluide (92) couvrant l'espace intermédiaire (86).

4. Dispositif (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant une cheminée (110) disposée au-dessus de la calandre (30), l'organe de désengagement (44) étant disposé dans la cheminée.

5. Dispositif (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel, dans le plan perpendiculaire à l'axe longitudinal (A-A'), le faisceau de tubes (32) définit une enveloppe allongée horizontalement, notamment de forme oblongue ou pseudo trapézoïdale.

6. Dispositif (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant une entrée d'introduction (38) du premier fluide dans le volume intérieur (34), l'entrée d'introduction (38) débouchant dans le fond du volume intérieur (34), dans une partie inférieure de la calandre (30).

7. Installation (12) de liquéfaction d'hydrocarbures, comprenant au moins un train de liquéfaction, le train de liquéfaction comprenant un dispositif (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes.

8. Procédé d'échange thermique entre un premier fluide destiné à être vaporisé et un deuxième fluide destiné à être refroidi et/ou condensé, comprenant les étapes suivantes :

- fourniture d'un dispositif (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6,
- passage du premier fluide dans le volume intérieur (34) ;
- passage du deuxième fluide dans les tubes (51) du faisceau de tubes (32) ;
- réchauffage du premier fluide par échange thermique avec le deuxième fluide, et évaporation au moins partielle du premier fluide pour former un fluide entraîné comprenant du gaz et des gouttelettes de liquide ;
- collecte du liquide présent dans le fluide entraîné dans l'organe de désengagement (44), par passage du fluide entraîné à travers les régions de passage de fluide (90, 92, 94).

Patentansprüche

1. Vorrichtung (10) zum Wärmeaustausch zwischen einem ersten Fluid, das verdampft werden soll, und einem zweiten Fluid, das abgekühlt und/oder kondensiert werden soll, umfassend:

- einen Dampfbehälter (30), der ein Innenvolumen (34) zur Aufnahme des ersten Fluid begrenzt und sich gemäß einer Längsachse (A-A') erstreckt;
- ein Rohrbündel (32), das in dem Dampfbehälter (30) angeordnet ist, wobei das Rohrbündel (32) sich in dem Innenvolumen (34) in Längsrichtung erstreckt, um das zweite Fluid aufzunehmen;
- ein Trennelement (44), das geeignet ist, eine Trennung Flüssigkeit-Dampf in dem aus dem Innenvolumen (34) mitgeführten Fluid durchzuführen, wobei das Trennelement (44) über dem Rohrbündel (32) angeordnet ist;

wobei in mindestens einer Ebene senkrecht zur Längsachse (A-A') das Trennelement (44) mindestens zwei getrennte Bereiche (90, 92, 94) für einen Fluiddurchgang und mindestens einen Zwischenbereich (88, 89), der den Fluiddurchgang verhindert, aufweist, wobei jeder Bereich (90, 92, 94) für den Fluiddurchgang von einer durchbrochenen Trennwand gebildet wird und die Bereiche (90, 92, 94) für den Fluiddurchgang einen stromabwärts gelegenen Raum (100) zur Gewinnung von Gas begrenzt, der in Bezug auf das Trennelement (44) gegenüber dem Innenvolumen (34) liegt,

dadurch gekennzeichnet, dass das Trennelement (44) mindestens einen ersten horizontalen Bereich (90) für den Fluiddurchgang, der an einer ersten Höhe liegt, und mindestens einen zweiten horizontalen Bereich (92) für den Fluiddurchgang, der an einer zweiten Höhe über der ersten Höhe liegt, aufweist.

2. Vorrichtung (10) nach Anspruch 1, bei der die Bereiche (90, 92, 94) für den Fluiddurchgang horizontal und/oder vertikal beabstandet sind.
3. Vorrichtung (10) nach Anspruch 1 oder 2, bei der das Trennelement (44) mindestens einen dritten horizontalen Bereich (94) für den Fluiddurchgang umfasst, der vertikal an derselben Höhe wie der erste horizontale Bereich (90) für den Fluiddurchgang liegt, wobei der erste Bereich (90) für den Fluiddurchgang und der dritte Bereich (94) für den Fluiddurchgang zwischen sich einen Zwischenraum (86) begrenzen, wobei der zweite Bereich (92) für den Fluiddurchgang den Zwischenraum (86) bedeckt.
4. Vorrichtung (10) nach einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, die einen Kamin (110) um-

fasst, der über dem Dampfraum (30) angeordnet ist, wobei das Trennelement (44) in dem Kamin angeordnet ist.

5. Vorrichtung (10) nach einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, bei der das Rohrbündel (32) in einer Ebene senkrecht zur Längsachse (A-A') eine horizontal verlängerte Ummantelung, insbesondere in einer länglichen Form oder einer Pseudotrapezform begrenzt.
6. Vorrichtung (10) nach einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, die einen Einlass (38) für die Einführung des ersten Fluid in das Innenvolumen (34) umfasst, wobei der Einführungseinlass (38) im Bodenbereich des Innenvolumens (34) in einen unteren Teil des Dampfraums (30) mündet.
7. Anlage (12) zur Verflüssigung von Kohlenwasserstoff, mindestens eine Verflüssigungskette umfassend, wobei die Verflüssigungskette eine Vorrichtung nach einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche aufweist.
8. Verfahren zum Wärmeaustausch zwischen einem ersten Fluid, das verdampft werden soll, und einem zweiten Fluid, das abgekühlt und/oder kondensiert werden soll, die folgenden Schritte umfassend:
- Bereitstellen einer Vorrichtung (10) nach einem beliebigen der Ansprüche 1 bis 6,
 - Überführen des ersten Fluids in das Innenvolumen (34);
 - Durchleiten des zweiten Fluids durch die Rohre (51) des Rohrbündels (32);
 - Erhitzen des ersten Fluids durch Wärmeaustausch mit dem zweiten Fluid und mindestens teilweises Verdampfen des ersten Fluids, um ein mitgeführtes Fluid zu bilden, das Gas und Flüssigkeitstropfen enthält;
 - Sammeln der in dem mitgeführten Fluid vorhandenen Flüssigkeit in einem Trennelement (44) durch Durchleiten des mitgeführten Fluids durch die Bereiche (90, 92, 94) für den Fluiddurchgang.

Claims

1. A device (10) for the exchange of heat between a first fluid intended to be vaporized and a second fluid intended to be cooled and/or condensed, comprising:
- a shell (30) defining an interior volume (34) to receive the first fluid extending along a longitudinal axis (A-A');
 - a tube bundle (32) arranged inside the shell

(30), the tube bundle (32) extending longitudinally in the interior volume (34) to receive the second fluid;

- a disengagement member (44), able to perform liquid vapor separation in the fluid carried from the interior volume (34), the disengagement member (44) being arranged above the tube bundle (32);

in at least one plane perpendicular to the longitudinal axis (A-A'), the disengagement member (44) including at least two separate fluid passage regions (90, 92, 94) and at least one intermediate region (88, 89) preventing fluid from passing, each fluid passage region (90, 92, 94) being formed by an open-worked partition, and the fluid passage region (90, 92, 94) defining a downstream gas recovery space (100), located opposite the interior volume (34) relative to the disengagement member (44),

characterized in that the disengagement member (44) comprises at least a first horizontal fluid passage region (90) located at a first height and at least a second horizontal fluid passage region (92) located at a second height above the first height.

2. The device (10) according claim 1, wherein the fluid passage regions (90, 92, 94) are spaced apart horizontally and/or vertically.

3. The device (10) according to claim 1 or 2, wherein the disengagement member (44) comprises at least a third horizontal fluid passage region (94) located vertically at the same height as the first fluid passage region (90), the first fluid passage region (90) and the third fluid passage region (94) defining an intermediate space (86) between them, the second fluid passage region (92) covering the intermediate space (86).

4. The device (10) according to any one of the preceding claims, comprising a chimney (110) arranged above the shell (30), the disengagement member (44) being arranged in the chimney.

5. The device (10) according to any one of the preceding claims, wherein, in the plane perpendicular to the longitudinal axis (A-A'), the tube bundle (32) defines a horizontally elongate envelope, in particular with an oblong or pseudo-trapezoidal shape.

6. The device (10) according to any one of the preceding claims, comprising an inlet (38) for introducing the first fluid into the interior volume (34), the introduction inlet (38) emerging in the bottom of the interior volume (34), in a lower part of the shell (30).

7. A hydrocarbon liquefaction installation (12), comprising at least one liquefaction train, the liquefaction

train comprising a device (10) according to any one of the preceding claims.

8. A method for the exchange of heat between a first fluid intended to be vaporized and a second fluid intended to be cooled and/or condensed, comprising the following steps:

- providing a device (10) according to any one of claims 1 to 6,
- passage of the first fluid in the interior volume (34);
- passage of the second fluid in the tubes (51) of the tube bundle (32);
- reheating the first fluid by heat exchange with the second fluid, and at least partial evaporation of the first fluid to form an entrained fluid comprising gas and liquid droplets;
- collecting the liquid present in the entrained fluid in the disengagement member (44), by passage of the entrained fluid through the fluid passage regions (90, 92, 94).

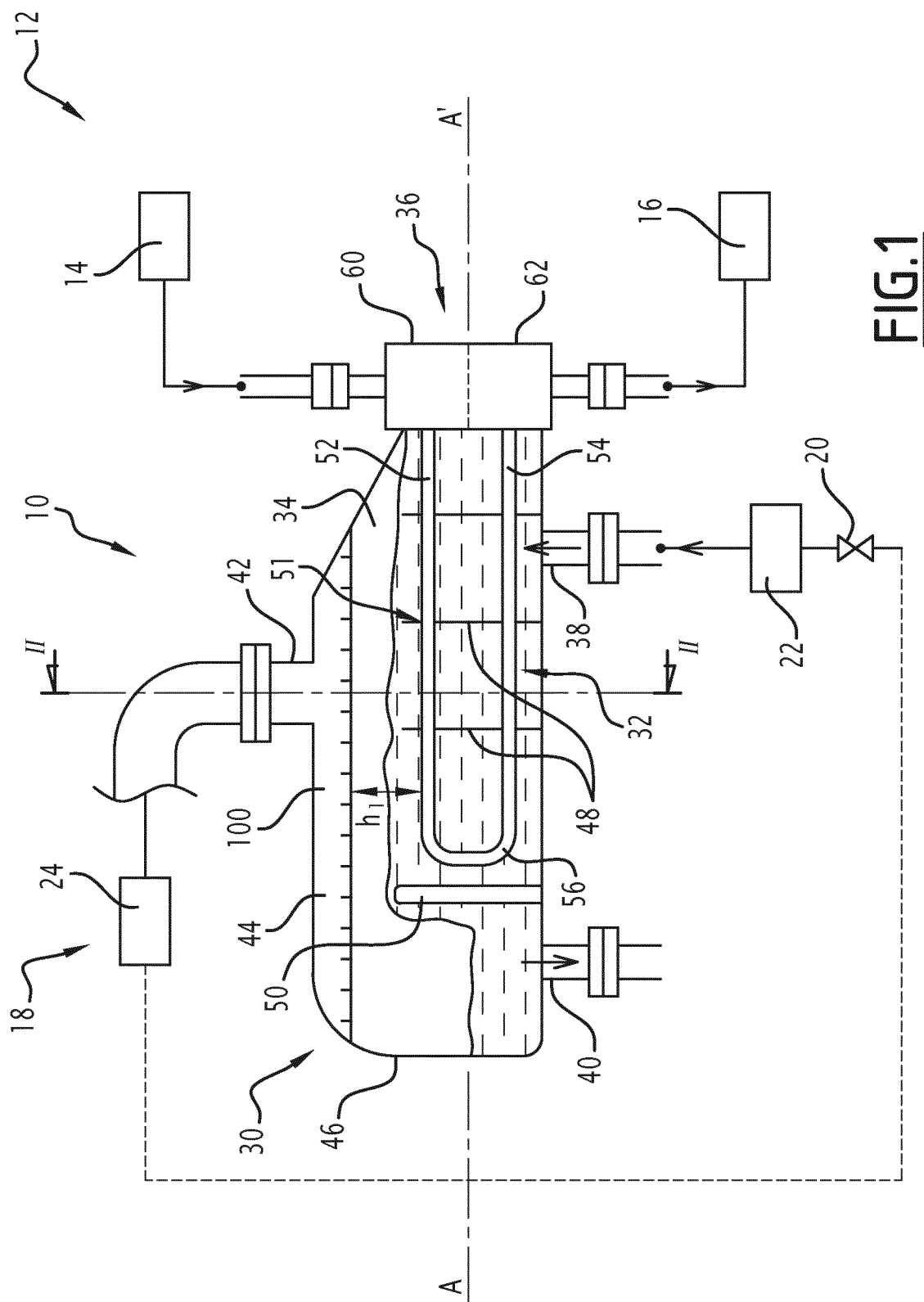
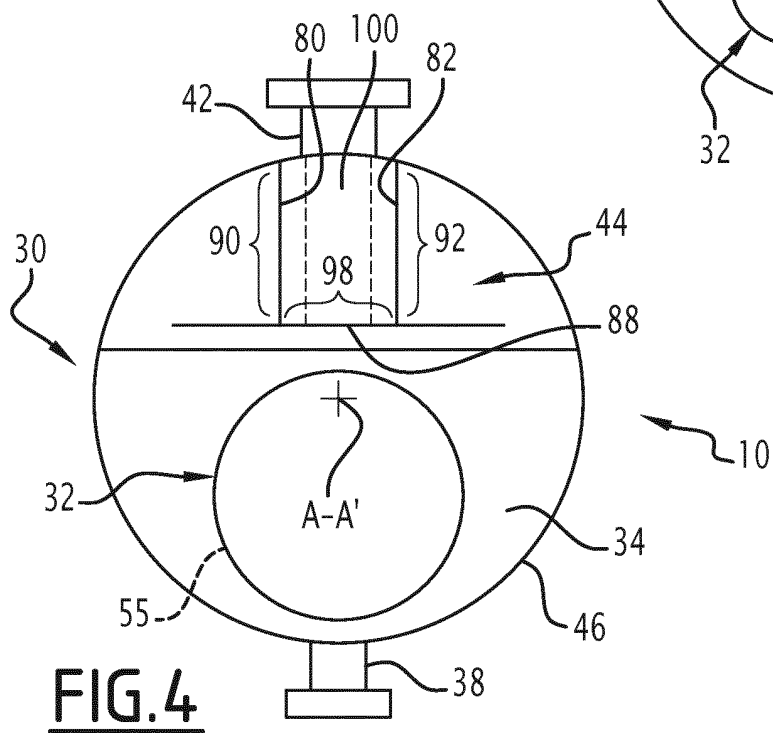
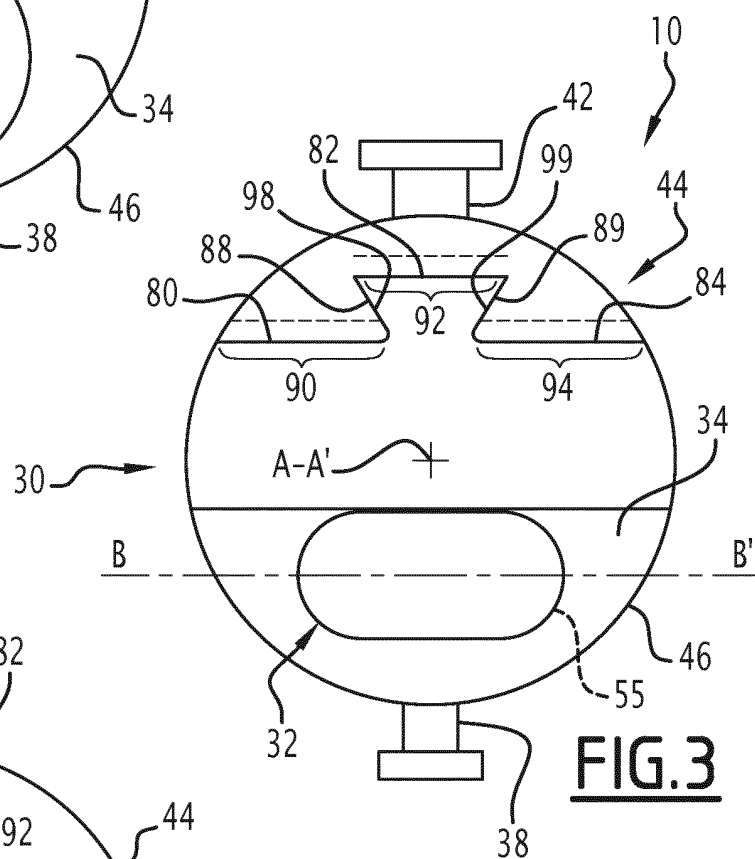
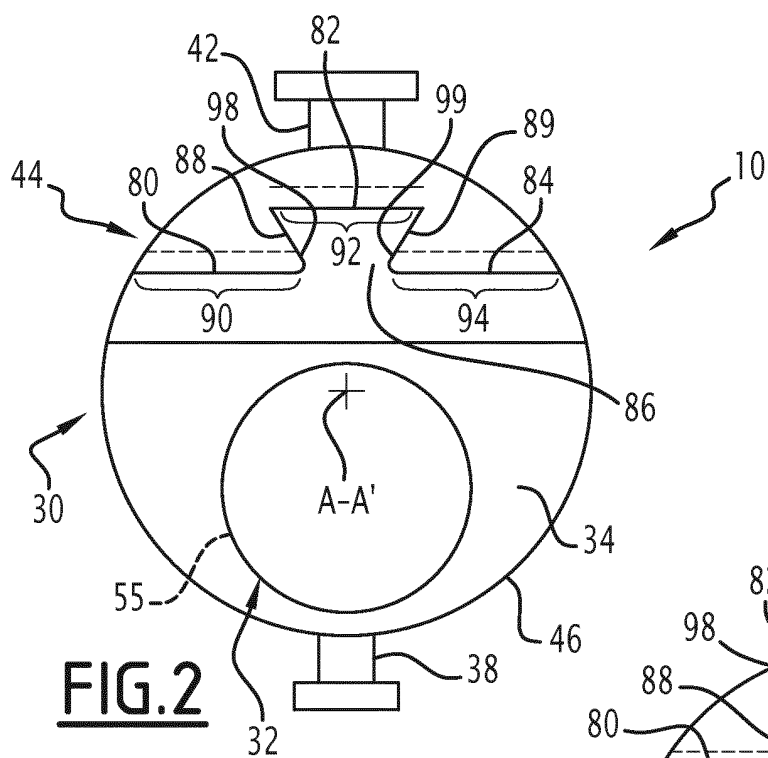
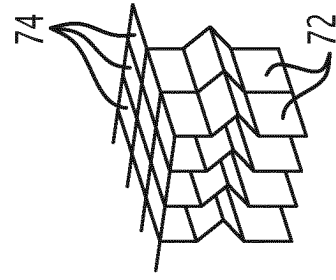
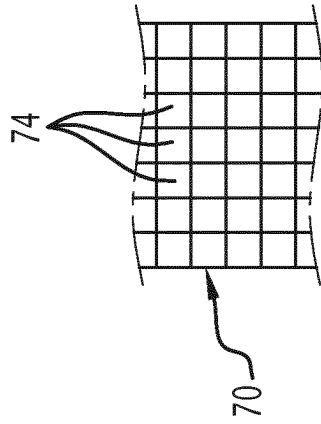
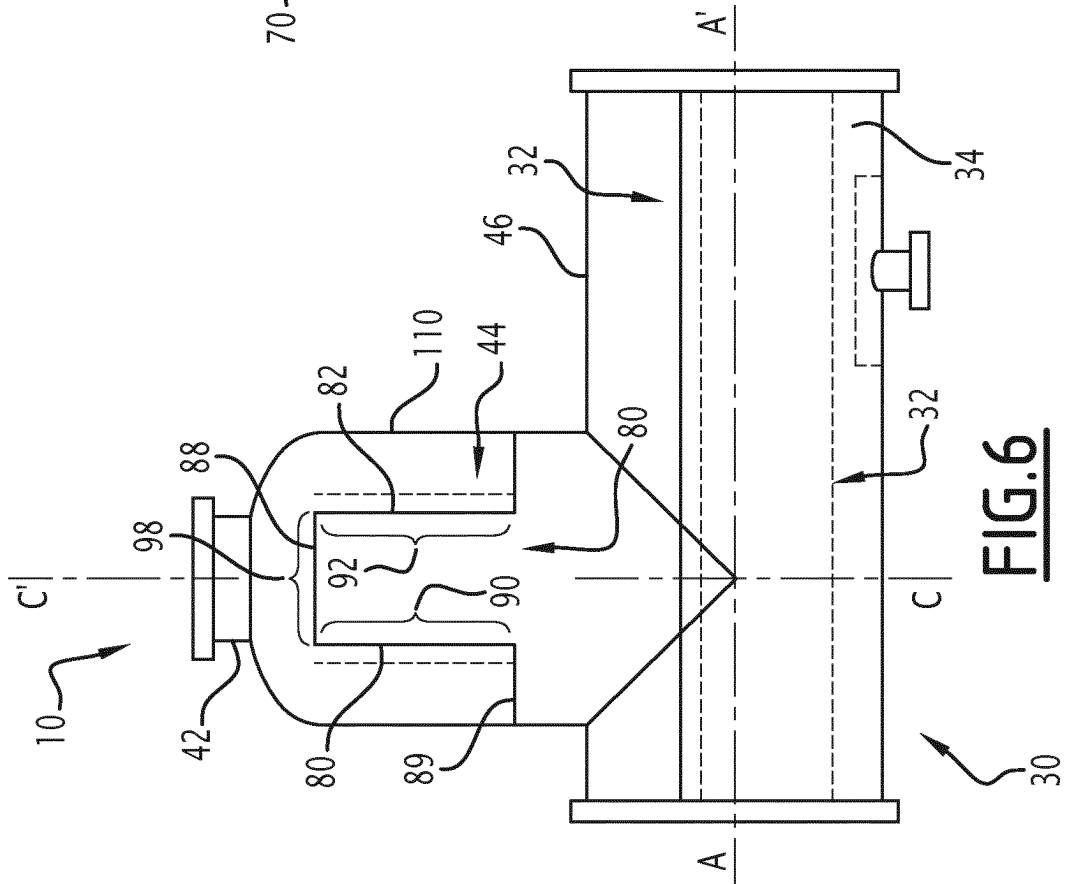
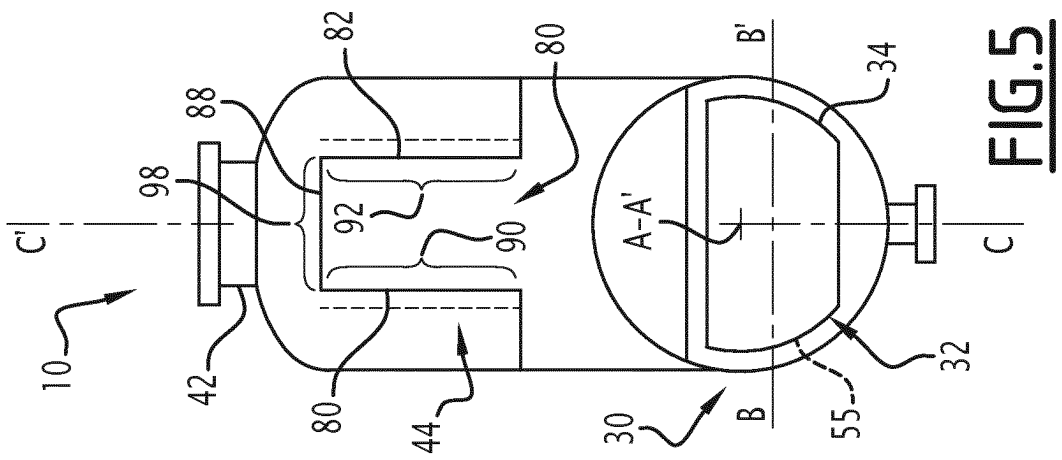


FIG. 1





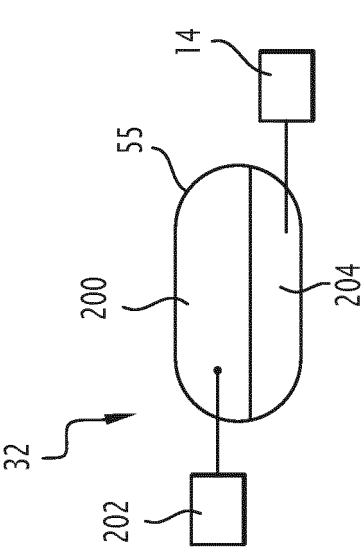


FIG. 9

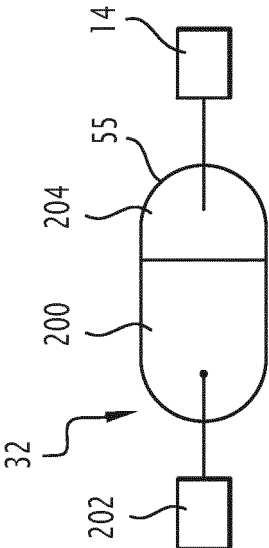


FIG. 10

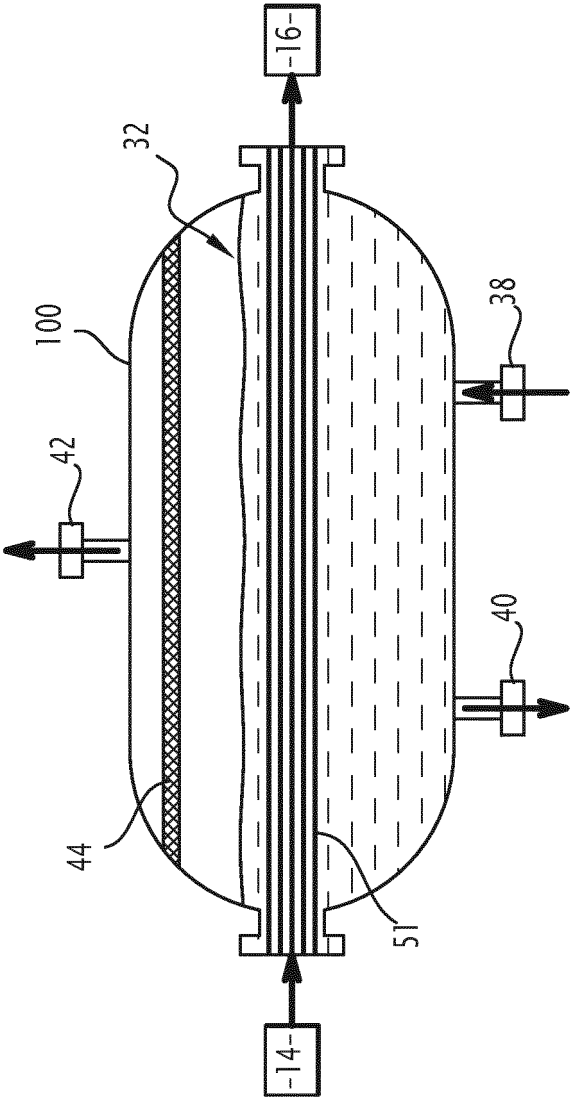


FIG. 11

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- WO 0144730 A1 [0001]