



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
04.01.2017 Bulletin 2017/01

(51) Int Cl.:
F28F 25/04 (2006.01) F28D 3/04 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **16176031.9**

(22) Date de dépôt: **23.06.2016**

(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
Etats d'extension désignés:
BA ME
Etats de validation désignés:
MA MD

(72) Inventeurs:
• **MONTZIEUX, Guillaume**
51100 Reims (FR)
• **BANDELIER, Philippe**
38240 MEYLAN (FR)
• **LANCEREAU, Philippe**
38100 GRENOBLE (FR)

(30) Priorité: **24.06.2015 FR 1555830**

(74) Mandataire: **Brevalex**
95, rue d'Amsterdam
75378 Paris Cedex 8 (FR)

(71) Demandeur: **Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives**
75015 Paris (FR)

(54) **DISPOSITIF DE DISTRIBUTION DE FILM TOMBANT SUR UN ÉCHANGEUR À PLAQUES COMPRENANT DES PREMIER ET DEUXIÈME ÉTAGES DE DISTRIBUTION**

(57) L'objet principal de l'invention est un dispositif (1) de distribution de film de fluide (FL) tombant par gravité sur au moins une plaque verticale (2) d'un échangeur de chaleur (11), comportant : un premier étage de distribution (3) comprenant une première paroi (5) pourvue d'une pluralité de premières ouvertures (3a) pour le passage du fluide ; et un deuxième étage de distribution (4), superposé en dessous du premier étage (3), comprenant une deuxième paroi (6) pourvue de deuxième ouvertures

(4a) décalées transversalement et logeant ladite au moins une plaque verticale (2), la plus grande dimension transversale de chaque deuxième ouverture (4a) étant supérieure à la plus grande dimension transversale de la plaque verticale (2) pour que chaque deuxième ouverture (4a) comporte deux chemins (C1, C2) de part et d'autre de la plaque (2) pour le passage de film tombant, et comprenant aussi des pièces de guidage (7a) en écoulement.

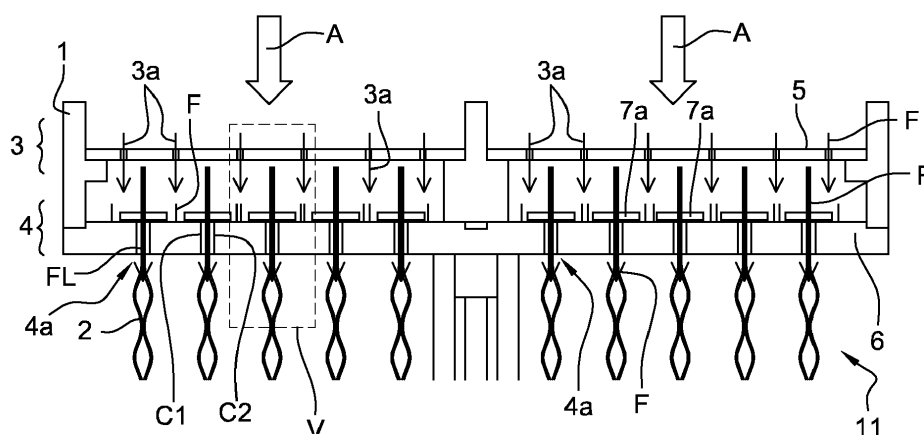


Fig. 3

Description

DOMAINE TECHNIQUE

[0001] La présente invention se rapporte au domaine général des échangeurs de chaleur à plaques, lesquels sont des échangeurs de chaleur comprenant une pluralité de plaques disposées en forme de millefeuilles et séparées les unes des autres par un espace de circulation de fluide. Plus particulièrement, elle concerne le domaine de la distribution d'un fluide par film tombant sur un échangeur de chaleur à plaques.

[0002] L'invention s'applique à différents domaines techniques de l'industrie, et trouve par exemple des applications dans l'industrie chimique, l'industrie agro-alimentaire, la climatisation et la réfrigération, l'industrie pharmaceutique, entre autres. Elle peut notamment être mise en oeuvre pour des réacteurs thermochimiques, par exemple à des fins de stockage thermochimique, ou encore pour des évaporateurs à film ruisselant (ou tombant), encore appelés évaporateurs à flots tombants, en particulier pour la technique de l'évapo-concentration, utilisée par exemple pour l'agro-alimentaire ou la gestion des déchets, par exemple le traitement d'effluents, cette technique consistant à augmenter la concentration en matière sèche d'une solution par diminution du volume d'eau ou de solvant présent dans celle-ci.

[0003] Ainsi, l'invention propose un dispositif de distribution de film de fluide tombant sur au moins une plaque verticale d'un échangeur de chaleur à plaques verticales comprenant des premier et deuxième étages de distribution, un ensemble comportant un tel dispositif de distribution et un échangeur de chaleur à plaques verticales, ainsi qu'un procédé de fonctionnement d'un tel dispositif de distribution.

ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTÉRIEURE

[0004] Le principe de distribution d'un liquide par film tombant sur un échangeur de chaleur est connu depuis longtemps. Ainsi, différentes méthodes peuvent être utilisées pour générer un film de liquide tombant, comme par exemple l'aspersion, le jet, l'écoulement gravitaire, entre autres. A titres d'exemples, différents dispositifs de distribution d'un liquide par film tombant sont divulgués dans la demande de brevet européen EP 2 098 285 A1 et dans les demandes internationales WO 2013/035508 A1 et WO 2009/016650 A1.

[0005] Plus précisément, la génération d'un film de liquide tombant sur des tubes verticaux ou horizontaux d'échangeurs de chaleur est un principe bien connu. Toutefois, l'art antérieur est beaucoup moins exhaustif quant au principe de génération d'un film de liquide tombant sur des plaques verticales.

[0006] A titre d'illustrations, les figures 1A et 1B représentent, respectivement selon une vue en perspective et en coupe selon B-B de la figure 1A, le principe de la distribution de liquide par film tombant sur une plaque

d'un échangeur de chaleur à plaques.

[0007] Comme on peut le voir, le distributeur 1 permet la formation d'un film de liquide FL au contact de la plaque verticale 2, de part et d'autre de celle-ci, tombant selon les flèches F2, à partir d'un volume de liquide L s'écoulant vers la plaque 2 au contact du distributeur 1 selon les flèches F1.

[0008] Or, dans le cadre de ce principe de génération d'un film liquide tombant sur un échangeur de chaleur à plaques verticales, il est nécessaire d'obtenir un film liquide qui soit homogène en tout début de plaque et qui soit également le plus fin possible.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

[0009] L'invention a ainsi pour but de remédier au moins partiellement aux besoins mentionnés précédemment et aux inconvénients relatifs aux réalisations de l'art antérieur.

[0010] En particulier, l'invention vise à proposer une solution alternative améliorée de principe de distribution d'un film de fluide tombant sur un échangeur de chaleur à plaques. Elle a notamment pour but d'obtenir un film de fluide tombant qui soit uniformément réparti et le plus fin possible dès l'entrée du film tombant sur une plaque ou plusieurs plaques parallèles de l'échangeur de chaleur à plaques. L'invention vise ainsi à pouvoir répartir le fluide uniformément sur toute la largeur d'une plaque et sur toutes les plaques de l'échangeur.

[0011] L'invention a donc pour objet, selon l'un de ses aspects, un dispositif de distribution de film de fluide tombant, notamment de l'eau, par gravité sur au moins une plaque verticale d'un échangeur de chaleur à plaques verticales, caractérisé en ce qu'il comporte au moins :

- un premier étage supérieur de distribution, destiné à recevoir le fluide provenant de moyens d'alimentation en fluide du dispositif, comprenant une première paroi pourvue d'une pluralité de premières ouvertures traversantes pour le passage du fluide par gravité et pour la répartition du fluide relativement à ladite au moins une plaque verticale,
- un deuxième étage inférieur de distribution, superposé en dessous du premier étage supérieur de distribution, en considérant le sens d'écoulement du fluide par gravité, et destiné à recevoir le fluide ayant traversé les premières ouvertures traversantes du premier étage supérieur de distribution,

le deuxième étage inférieur de distribution comprenant une deuxième paroi pourvue d'une ou plusieurs deuxièmes ouvertures traversantes décalées transversalement par rapport aux premières ouvertures traversantes, autrement dit encore non superposées aux premières ouvertures traversantes, et destinées à loger centralement et au moins partiellement ladite au moins une plaque verticale, la plus grande dimension transversale de chaque deuxième ouverture traversante étant choisie

pour être supérieure à la plus grande dimension transversale de la plaque verticale destinée à être située dans ladite deuxième ouverture traversante de telle sorte que chaque deuxième ouverture traversante comporte deux chemins traversants, formés de part et d'autre de ladite au moins une plaque verticale, pour le passage de film de fluide tombant par gravité de part et d'autre et au contact de ladite au moins une plaque verticale, le deuxième étage inférieur de distribution comprenant en outre une ou plusieurs pièces de guidage en écoulement du fluide arrivant sur le deuxième étage inférieur de distribution depuis le premier étage supérieur de distribution, superposées au moins partiellement au-dessus de la ou des deuxièmes ouvertures traversantes, pour assurer l'écoulement du fluide au contact de ladite au moins une plaque verticale au travers des deux chemins traversants de chaque deuxième ouverture traversante et pour définir au moins en partie l'épaisseur de film de fluide tombant par gravité sur ladite au moins une plaque verticale.

[0012] Grâce à l'invention, il peut être possible de définir un parcours spécifique du fluide sous forme de film tombant sur l'échangeur de chaleur à plaques, favorisant une répartition homogène du fluide et la finesse d'épaisseur du film tombant.

[0013] Le dispositif de distribution selon l'invention peut en outre comporter l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes prises isolément ou suivant toutes combinaisons techniques possibles.

[0014] La première paroi du premier étage supérieur de distribution peut avantageusement comporter une pluralité de premières ouvertures traversantes réparties régulièrement sur la première paroi. En particulier, les premières ouvertures traversantes peuvent être réparties de manière équidistante.

[0015] De même avantageusement, la deuxième paroi du deuxième étage inférieur de distribution peut comporter une pluralité de deuxièmes ouvertures traversantes réparties régulièrement sur la première paroi, en particulier de manière équidistante, et une pluralité de pièces de guidage réparties régulièrement, en particulier de manière équidistante, en superposition au moins partielle aux deuxièmes ouvertures traversantes.

[0016] Par ailleurs, le décalage transversal de la ou des deuxièmes ouvertures traversantes par rapport aux premières ouvertures traversantes est préférentiellement égal à la moitié de la distance séparant transversalement deux premières ouvertures traversantes adjacentes.

[0017] En outre, selon un mode de réalisation préféré de l'invention, le dispositif peut comporter :

- un premier récipient pourvu d'un fond formant la première paroi comprenant une pluralité de premières ouvertures traversantes,
- une plaque, superposée sous le fond du premier récipient, pourvue d'une pluralité de troisièmes ouvertures traversantes espacées les unes des autres par

des portions pleines de plaque formant les pièces de guidage en écoulement du fluide,

- un deuxième récipient pourvu d'un fond, superposé sous la plaque, formant la deuxième paroi comprenant une pluralité de deuxièmes ouvertures traversantes,

le premier récipient formant le premier étage supérieur du dispositif et la réunion de la plaque et du deuxième récipient formant le deuxième étage inférieur du dispositif.

[0018] De façon générale, le dispositif de distribution, et en particulier ses éléments constitutifs, tels que le premier récipient, la plaque et/ou le deuxième récipient décrits ci-dessus, peuvent être réalisés de diverses manières, notamment par pliage, soudage, usinage, perçage, électro-érosion et/ou moulage (sable, cire perdue, coquille, ...), en particulier par moulage par injection (encore appelé PIM pour « Plastic Injection Molding » en anglais), entre autres.

[0019] De plus, selon une première variante, la première paroi du premier étage supérieur de distribution peut comporter une pluralité de premières ouvertures traversantes sous la forme d'orifices traversants de forme sensiblement circulaire.

[0020] Selon une deuxième variante, la première paroi du premier étage supérieur de distribution peut encore comporter une pluralité de premières ouvertures traversantes sous la forme de rainures traversantes de forme sensiblement longitudinale.

[0021] En outre, la deuxième paroi du deuxième étage inférieur de distribution peut comporter une pluralité de deuxièmes ouvertures traversantes sous la forme de rainures traversantes de forme sensiblement longitudinale.

[0022] De même, la plaque peut comporter une pluralité de troisièmes ouvertures traversantes sous la forme de rainures traversantes de forme sensiblement longitudinale.

[0023] Par ailleurs, la première paroi du premier étage supérieur de distribution peut être de forme plane, sensiblement perpendiculaire au sens d'écoulement du fluide par gravité, de sorte à permettre un écoulement du fluide au travers des premières ouvertures traversantes par génération de perte de charge.

[0024] En variante, la première paroi du premier étage supérieur de distribution peut comporter une pluralité de premières portions de débordement entre lesquelles sont formées les premières ouvertures traversantes, chaque première portion de débordement comportant un fond, notamment un creux, destiné à recevoir le fluide provenant de moyens d'alimentation en fluide du dispositif, ce fond étant délimité au moins en partie par deux parois latérales de débordement, s'étendant ainsi chacune depuis le fond en direction de la première ouverture traversante adjacente, de sorte à permettre un écoulement du fluide provenant des moyens d'alimentation par débordement au-delà des parois latérales de débordement au travers des premières ouvertures traversantes.

[0025] Chaque paroi latérale peut comporter, à son extrémité jouxtant une première ouverture traversante, un rebord s'étendant sensiblement depuis la paroi latérale dans la direction d'écoulement par gravité du fluide.

[0026] De façon avantageuse, la présence d'un tel rebord peut permettre d'éviter tout écoulement de fluide sur la partie inférieure de chaque première portion de débordement, autrement dit sous les parois latérales de débordement.

[0027] Par ailleurs, la deuxième paroi du deuxième étage inférieur de distribution peut être de forme plane, sensiblement perpendiculaire au sens d'écoulement du fluide par gravité, de sorte à permettre un écoulement du fluide au travers de la ou des deuxième ouvertures traversantes par génération de perte de charge.

[0028] De même, la ou les pièces de guidage en écoulement du fluide peuvent être de forme plane, sensiblement perpendiculaire au sens d'écoulement du fluide par gravité, de sorte à permettre un écoulement du fluide par génération de perte de charge.

[0029] En variante, la ou les pièces de guidage en écoulement du fluide peuvent se présenter sous la forme d'une ou plusieurs troisième portions de débordement, chaque troisième portion de débordement comportant un fond, destiné à recevoir le fluide provenant du premier étage supérieur de distribution, ce fond étant délimité au moins en partie par deux parois latérales de débordement, s'étendant ainsi chacune depuis le fond en direction opposée au sens d'écoulement du fluide par gravité, de sorte à permettre un écoulement du fluide provenant du premier étage supérieur de distribution par débordement au-delà des parois latérales de débordement.

[0030] En outre, la deuxième paroi du deuxième étage inférieur de distribution peut encore comporter une pluralité de deuxième portions de débordement entre lesquelles sont formées les deuxième ouvertures traversantes, chaque deuxième portion de débordement comportant un fond, notamment un creux, destiné à recevoir le fluide provenant du premier étage supérieur de distribution, ce fond étant délimité au moins en partie par deux parois latérales de débordement, s'étendant ainsi chacune depuis le fond en direction de la deuxième ouverture traversante adjacente, de sorte à permettre un écoulement du fluide provenant du premier étage supérieur de distribution par débordement au-delà des parois latérales de débordement au travers des deuxième ouvertures traversantes.

[0031] Par ailleurs, le dispositif de distribution selon l'invention peut également comporter des éléments de contrôle d'épaisseur de film de fluide tombant sur ladite au moins une plaque verticale configurés pour restreindre la largeur des chemins traversants, formés de part et d'autre de ladite au moins une plaque verticale, pour contrôler l'épaisseur de film de fluide tombant au contact de ladite au moins une plaque verticale, ces éléments de contrôle d'épaisseur étant notamment solidarisés à la deuxième paroi du deuxième étage inférieur de distribution de part et d'autre de chaque deuxième ouverture

traversante.

[0032] En outre, la ou les pièces de guidage en écoulement du fluide peuvent encore se présenter sous la forme d'un ou plusieurs composants de génération de perte de charge, notamment réalisés à partir d'un matériau poreux ou d'une toile tissée, comprenant un ou plusieurs canaux de passage du fluide provenant du premier étage supérieur de distribution pour son écoulement par perte de charge au travers des deuxième ouvertures traversantes du deuxième étage inférieur de distribution.

[0033] De plus, la première paroi du premier étage supérieur de distribution, la deuxième paroi du deuxième étage inférieur de distribution et/ou la ou les pièces de guidage en écoulement peuvent être recouvertes au moins partiellement d'un revêtement de surface mouillante améliorant l'étalement du fluide pour une distribution homogène.

[0034] En outre, la deuxième paroi du deuxième étage inférieur de distribution et/ou la ou les pièces de guidage en écoulement peuvent comporter des portions en forme de V inversé pour contrôler les trajectoires du fluide provenant de la première paroi.

[0035] Chaque portion en forme de V inversé peut en particulier comporter une arête formant sommet à partir de laquelle s'étendent des surfaces inclinées symétriques, notamment prolongées par des portions de remontée pour le débordement.

[0036] Par ailleurs, l'invention a encore pour objet, selon un autre de ses aspects, un ensemble, caractérisé en ce qu'il comporte :

- un échangeur de chaleur à plaques verticales,
- un dispositif de distribution tel que défini précédemment de film de fluide tombant par gravité sur au moins une plaque verticale de l'échangeur de chaleur.

[0037] L'ensemble peut encore comporter des moyens d'alimentation en fluide du dispositif de distribution, se présentant notamment sous la forme d'un ou plusieurs points d'injection de fluide.

[0038] En outre, les plaques verticales de l'échangeur de chaleur peuvent être au moins en partie recouvertes d'un revêtement de surface mouillante améliorant l'étalement du fluide pour une distribution homogène, notamment dans leur portion logée au sein d'une deuxième ouverture traversante.

[0039] L'invention a aussi pour objet, selon un autre de ses aspects, un procédé de fonctionnement d'un dispositif de distribution tel que défini précédemment de film de fluide tombant par gravité sur au moins une plaque verticale d'un échangeur de chaleur à plaques verticales, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes successives suivantes :

- alimenter le dispositif de distribution en fluide, notamment par le biais d'un ou plusieurs points d'injection,

- distribuer le fluide au niveau du premier étage supérieur de distribution du dispositif pour répartir le fluide relativement à ladite au moins une plaque verticale par le biais d'un principe de perte de charge et/ou de débordement,
- distribuer le fluide provenant du premier étage supérieur de distribution du dispositif au niveau du deuxième étage inférieur de distribution par le biais d'un principe de perte de charge et/ou de débordement et de contrôle d'épaisseur de film de fluide tombant pour permettre l'homogénéisation à épaisseur prédéterminée de film de fluide tombant au contact de ladite au moins une plaque verticale.

[0040] Le dispositif de distribution, l'ensemble et le procédé de fonctionnement selon l'invention peuvent comporter l'une quelconque des caractéristiques énoncées dans la description, prises isolément ou selon toutes combinaisons techniquement possibles avec d'autres caractéristiques.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

[0041] L'invention pourra être mieux comprise à la lecture de la description détaillée qui va suivre, d'exemples de mise en oeuvre non limitatifs de celle-ci, ainsi qu'à l'examen des figures, schématiques et partielles, du dessin annexé, sur lequel :

- les figures 1A et 1B représentent, respectivement selon une vue en perspective et en coupe selon B-B de la figure 1A, le principe de la distribution de liquide par film tombant sur une plaque d'un échangeur de chaleur à plaques,
- la figure 2 représente, en perspective, un exemple de deux ensembles comprenant chacun un échangeur de chaleur à plaques verticales et un dispositif de distribution conforme à l'invention,
- la figure 3 représente, en coupe partielle, l'exemple des deux ensembles conformes à l'invention de la figure 2,
- la figure 4 est une vue de détails selon V de la figure 3,
- la figure 5 représente, en perspective, un dispositif de distribution conforme à l'invention d'un des deux ensembles de la figure 2,
- la figure 6 est une vue éclatée du dispositif de distribution de la figure 5,
- la figure 7 représente, en coupe, un premier exemple de réalisation des étages d'un dispositif de distribution conforme à l'invention,
- les figures 8 et 9 représentent, en vue de dessus, deux exemples de première paroi d'un premier étage de distribution d'un dispositif de distribution conforme à l'invention comprenant des premières ouvertures traversantes,
- la figure 10 est une vue en coupe selon VII-VII de la figure 7,
- la figure 11 est une vue de dessus de la deuxième

paroi du deuxième étage de distribution du dispositif de distribution de la figure 7,

- la figure 12 représente, en coupe, un deuxième exemple de réalisation des étages d'un dispositif de distribution conforme à l'invention,
- la figure 13 représente, en coupe, un troisième exemple de réalisation des étages d'un dispositif de distribution conforme à l'invention,
- la figure 14 représente, en coupe, un quatrième exemple de réalisation des étages d'un dispositif de distribution conforme à l'invention,
- la figure 15 représente, en coupe, un cinquième exemple de réalisation des étages d'un dispositif de distribution conforme à l'invention,
- la figure 16 représente, en coupe, un sixième exemple de réalisation des étages d'un dispositif de distribution conforme à l'invention,
- la figure 17 représente, en coupe, un septième exemple de réalisation des étages d'un dispositif de distribution conforme à l'invention,
- la figure 18 représente, en coupe, un huitième exemple de réalisation des étages d'un dispositif de distribution conforme à l'invention,
- la figure 19 représente, en coupe, un neuvième exemple de réalisation des étages d'un dispositif de distribution conforme à l'invention,
- la figure 20 représente, en coupe, un dixième exemple de réalisation des étages d'un dispositif de distribution conforme à l'invention,
- la figure 20A représente, de façon isolée et en perspective, un exemple de pièce de guidage utilisée dans le dispositif de distribution de la figure 20,
- la figure 21 représente, en coupe, un onzième exemple de réalisation des étages d'un dispositif de distribution conforme à l'invention, et
- la figure 22 représente, en coupe, un douzième exemple de réalisation des étages d'un dispositif de distribution conforme à l'invention.

[0042] Dans l'ensemble de ces figures, des références identiques peuvent désigner des éléments identiques ou analogues.

[0043] De plus, les différentes parties représentées sur les figures ne le sont pas nécessairement selon une échelle uniforme, pour rendre les figures plus lisibles.

EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS

[0044] Les figures 1A et 1B ont déjà été décrites précédemment dans la partie relative à l'état de la technique antérieure et au contexte technique de l'invention.

[0045] En référence aux figures 2 à 4, on a représenté un exemple de deux ensembles 10 adjacents, comprenant chacun un échangeur de chaleur 11 à plaques verticales 2 et un dispositif de distribution 1 conforme à l'invention de film de fluide FL tombant par gravité sur les plaques verticales 2 de l'échangeur de chaleur 11.

[0046] Plus précisément, la figure 2 représente, en perspective, les deux ensembles 10 conformes à l'invention. La figure 3 représente, en coupe partielle, les deux ensembles 10 de la figure 2, et la figure 4 est une vue de détails selon V de la figure 3.

[0047] Conformément à l'invention, le dispositif de distribution 1 comporte un premier étage supérieur de distribution 3, permettant de recevoir un fluide provenant de moyens d'alimentation A en fluide du dispositif 1. Ces moyens d'alimentation A en fluide se présentent notamment sous la forme d'une pluralité de points d'injection A au-dessus du dispositif de distribution 1.

[0048] Ce premier étage de distribution 1 comporte une première paroi 5, laquelle est percée d'une pluralité de premières ouvertures traversantes 3a pour le passage du fluide par gravité et pour la répartition du fluide entre les plaques verticales 2 de l'échangeur de chaleur 11.

[0049] De plus, le dispositif de distribution 1 comporte également un deuxième étage inférieur de distribution 4, qui est superposé en dessous du premier étage supérieur de distribution 3, lorsque l'on considère le sens d'écoulement F du fluide par gravité. Ce deuxième étage de distribution 4 permet de recevoir le fluide ayant traversé les premières ouvertures traversantes 3a du premier étage de distribution 3.

[0050] Avantagusement, le deuxième étage de distribution 4 comporte une deuxième paroi 6, laquelle comprend une pluralité de deuxième ouvertures traversantes 4a qui sont décalées transversalement par rapport aux premières ouvertures traversantes 3a. Plus précisément, ce décalage transversal des deuxième ouvertures traversantes 4a par rapport aux premières ouvertures traversantes 3a est égal à la moitié de la distance D1 (voir la figure 4) séparant transversalement deux premières ouvertures traversantes 3a adjacentes. Ainsi, chaque deuxième ouverture traversante 4a est superposée à la zone médiane entre deux premières ouvertures traversantes 3a.

[0051] Ces deuxième ouvertures traversantes 4a permettent de loger en leur milieu les parties supérieures des plaques verticales 2. Pour ce faire, la plus grande dimension transversale e de chaque deuxième ouverture traversante 4a est supérieure à la plus grande dimension transversale DP de la plaque verticale 2 destinée à être située dans cette deuxième ouverture traversante 4a, comme le montre la figure 4.

[0052] De cette façon, chaque deuxième ouverture traversante 4a comporte deux chemins traversants C1, C2, formés de part et d'autre de la plaque verticale 2 correspondante, ces chemins traversants C1, C2 permettant le passage de film de fluide FL tombant par gravité de part et d'autre et au contact de cette plaque verticale 2 correspondante. Ainsi, l'épaisseur de film tombant FL est définie par la largeur de chaque chemin traversant C1, C2, autrement dit par la distance entre le pourtour interne de la deuxième ouverture traversante 4a et le pourtour externe de la plaque verticale 2.

[0053] Par ailleurs, le deuxième étage inférieur de dis-

tribution 4 comporte encore une pluralité de pièces de guidage 7a en écoulement du fluide arrivant sur le deuxième étage de distribution 4 depuis le premier étage de distribution 3.

[0054] Ces pièces de guidage 7a sont superposées au moins partiellement au-dessus des deuxième ouvertures traversantes 4a, de sorte que le fluide arrivant du premier étage de distribution 3, après contact sur le dessus de la deuxième paroi 6, s'écoule entre la deuxième paroi 6 et le dessous des pièces de guidage 7a, de sorte à imposer une certaine épaisseur au fluide, pour finalement s'écouler sous la forme de film de fluide FL d'épaisseur ep au travers des chemins traversants C1, C2 au contact des plaques verticales 2.

[0055] De plus, comme on peut le voir sur les figures 3 et 4, chaque plaque verticale 2 est fixée à une pièce de guidage 7a, en particulier en son milieu, au travers de laquelle elle s'étend.

[0056] En outre, de façon avantageuse, il faut noter que les premières ouvertures traversantes 3a de la première paroi 5 du premier étage de distribution 3 sont réparties régulièrement (uniformément) sur la première paroi 5. De même, les deuxième ouvertures traversantes 4a de la deuxième paroi 6 du deuxième étage de distribution 4 sont réparties régulièrement (uniformément) sur la deuxième paroi 6, et les pièces de guidage 7a sont aussi réparties régulièrement en superposition des deuxième ouvertures traversantes 4a.

[0057] Le principe de fonctionnement de chaque ensemble 10 conforme à l'invention comportant un dispositif de distribution 1 selon l'invention de film tombant FL par gravité peut être énoncé en trois étapes successives décrites ci-après.

[0058] Tout d'abord, on réalise une alimentation générale du dispositif de distribution 1 en fluide par le biais d'une pluralité de points d'injection A.

[0059] Puis, on distribue le fluide au niveau du premier étage de distribution 3 pour répartir le fluide entre chaque plaque verticale 2 par le biais du principe de la perte de charge et/ou du principe de débordement décrits par la suite.

[0060] Enfin, on distribue le fluide provenant du premier étage de distribution 3 au niveau du deuxième étage de distribution 4 par le biais d'un principe de perte de charge et/ou d'un principe de débordement et de contrôle d'épaisseur ep de film de fluide FL tombant pour permettre l'homogénéisation à épaisseur prédéterminée de film de fluide FL tombant au contact des plaques verticales 2. Autrement dit, cette dernière étape favorise l'homogénéisation de la répartition du film de fluide FL sur la largeur des plaques verticales 2 de l'échangeur de chaleur 11 grâce à la coopération entre les pièces de guidage 7a et les deuxième ouvertures traversantes 4a. De plus, elle favorise également l'écrasement du film de fluide FL sur la largeur des plaques verticales 2 avec un contrôle de l'épaisseur ep de film.

[0061] On a maintenant représenté en référence aux figures 5 et 6 un exemple de réalisation de dispositif de

distribution 1 conforme à l'invention. Plus particulièrement, la figure 5 représente, en perspective, un dispositif de distribution 1 conforme à l'invention d'un des deux ensembles 10 de la figure 2, et la figure 6 est une vue éclatée du dispositif de distribution 1 de la figure 5.

[0062] Le dispositif de distribution 1 comporte ainsi un premier récipient 12 pourvu d'un fond formant la première paroi 5 comprenant une pluralité de premières ouvertures traversantes 3a. Ce premier récipient 12 prend tout particulièrement la forme d'un premier bac percé d'une pluralité de premières ouvertures traversantes 3a. Ces premières ouvertures traversantes 3a prennent ici la forme d'orifices percés de forme circulaire.

[0063] De plus, le dispositif de distribution 1 comporte aussi une plaque 13, superposée sous le fond du premier récipient 12, et pourvue d'une pluralité de troisièmes ouvertures traversantes 8a espacées les unes des autres par des portions pleines de plaque formant ainsi les pièces de guidage 7a en écoulement du fluide. Ces troisièmes ouvertures traversantes 8a prennent ici la forme de rainures longitudinales percées dans la plaque 13.

[0064] Enfin, le dispositif de distribution 1 comporte encore un deuxième récipient 14 pourvu d'un fond, superposé sous la plaque 13, formant la deuxième paroi 6 comprenant une pluralité de deuxièmes ouvertures traversantes 4a. Ce deuxième récipient 14 prend tout particulièrement la forme d'un deuxième bac percé d'une pluralité de deuxièmes ouvertures traversantes 4a. Ces deuxièmes ouvertures traversantes 4a prennent ici la forme de rainures longitudinales percées dans la deuxième paroi 6.

[0065] Comme on peut le voir sur la figure 5, le premier bac 12 est situé dans le deuxième bac 14 en cours d'utilisation du dispositif de distribution 1.

[0066] Le premier récipient 12 forme alors le premier étage de distribution 3 du dispositif de distribution 1, tandis que l'ensemble formé par la plaque 13 et le deuxième récipient 14 forme le deuxième étage de distribution 3 du dispositif de distribution 1.

[0067] En référence aux figures 7 à 11, on va maintenant décrire un premier exemple de réalisation des premier 3 et deuxième 4 étages de distribution d'un dispositif de distribution 1 conforme à l'invention, en précisant certaines grandeurs géométriques importantes.

[0068] Plus précisément, la figure 7 représente, en coupe, ce premier exemple de réalisation des étages 3 et 4 du dispositif de distribution 1 conforme à l'invention. Les figures 8 et 9 représentent quant à elles, en vue de dessus, deux exemples de première paroi 5 du premier étage de distribution 3 du dispositif de distribution 1. La figure 10 est une vue en coupe selon VII-VII de la figure 7, et la figure 11 est une vue de dessus de la deuxième paroi 6 du deuxième étage de distribution 4 du dispositif de distribution 1.

[0069] Comme décrit précédemment en référence aux figures 5 et 6, le dispositif de distribution 1 de film tombant par gravité peut se composer d'un empilement de bacs et de plaques pour générer de la perte de charge, calibrer

l'épaisseur du film pour répartir le film uniformément sur la largeur des plaques verticales 2 de l'échangeur de chaleur 11.

[0070] Comme représenté sur la figure 7, la première paroi 5 du premier étage de distribution 3 est dans cet exemple de forme plane, sensiblement perpendiculaire au sens d'écoulement F du fluide par gravité, de sorte à permettre un écoulement du fluide au travers des premières ouvertures traversantes 3a par génération de perte de charge.

[0071] De plus, la deuxième paroi 6 du deuxième étage de distribution 4 est de forme plane, sensiblement perpendiculaire au sens d'écoulement F du fluide par gravité, de sorte à permettre un écoulement du fluide au travers les deuxièmes ouvertures traversantes 4a par génération de perte de charge.

[0072] Enfin, les pièces de guidage 7a en écoulement du fluide sont de forme plane, sensiblement perpendiculaire au sens d'écoulement F du fluide par gravité, de sorte à permettre également un écoulement du fluide par génération de perte de charge.

[0073] En outre, comme représenté sur la figure 8, la première paroi 5 du premier étage de distribution 3 peut comporter des premières ouvertures traversantes 3a qui prennent la forme d'orifices traversants de forme sensiblement circulaire. En variante, comme représenté sur la figure 9, la première paroi 5 du premier étage de distribution 3 peut comporter des premières ouvertures traversantes 3b qui prennent la forme de rainures traversantes de forme sensiblement longitudinale.

[0074] Chaque première ouverture traversante 3a ou 3b présente une plus grande dimension transversale a, c'est-à-dire un diamètre a pour un orifice circulaire 3a ou une largeur a pour une rainure 3b, et une section de passage Sa, telles que représentées sur les figures 7, 8 et 9.

[0075] Par ailleurs, comme représenté sur la figure 7, la première paroi 5, par exemple sous forme de tôle, présente une épaisseur de paroi b et la deuxième paroi 6, par exemple sous forme de tôle, présente une épaisseur de paroi d. De plus, le deuxième étage de distribution 4 présente une hauteur de passage c du fluide entre la deuxième paroi 6 et les pièces de guidage 7a, avec une section de passage Sc comme représenté sur la figure 10.

[0076] En outre, chaque deuxième ouverture traversante 4a présente une plus grande dimension transversale e, notamment une largeur, avec une section de passage Se, comme représenté sur la figure 11. La distance séparant les premier 3 et deuxième 4 étages de distribution peut être choisie de façon arbitraire.

[0077] Par ailleurs, de façon préférentielle, et comme cela se retrouve pour tous les exemples de réalisation selon l'invention décrits ici, les deuxièmes ouvertures traversantes 4a se présentent sous la forme de rainures traversantes de forme sensiblement longitudinale. De plus, la plaque 13 comporte des troisièmes ouvertures traversantes 8a sous la forme de rainures traversantes

de forme sensiblement longitudinale de façon à définir les pièces de guidage 7a.

[0078] Les premières ouvertures traversantes 3a ou 3b du premier récipient 12 sont préférentiellement dimensionnées en nombre et en diamètre a, ou largeur, de façon à générer une perte de charge suffisante pour garantir une hauteur de fluide dans le récipient 12 et assurer la répartition du fluide sur toute la surface de la première paroi 5. Le nombre de premières ouvertures traversantes 3a ou 3b est avantageusement le plus grand possible pour générer le plus d'impacts possibles à proximité des plaques verticales 2 de l'échangeur de chaleur 11.

[0079] Par ailleurs, l'épaisseur b de la première paroi 5 est préférentiellement dimensionnée de telle sorte à supporter le poids de la hauteur de fluide. De même, la hauteur c (ou écartement) pour le passage de fluide entre le premier récipient 12 et la plaque 13 est avantageusement la plus étroite possible pour assurer le remplissage du canal formé entre un moyen de guidage 7a et la portion de deuxième paroi 6 en vis-à-vis de ce moyen de guidage 7a, ainsi que pour contrôler l'épaisseur ep (voir figure 4) du film et augmenter la perte de charge pour distribuer de façon homogène le film de fluide tombant FL, tout en gardant préférentiellement une bonne planéité et un parallélisme des surfaces. A titre d'exemple, pour un débit en fluide d'environ 4573 L/h/m², la hauteur c est d'environ 0,5 mm.

[0080] En outre, l'épaisseur d de la deuxième paroi 6, en contact avec le fluide, peut être choisie de façon à favoriser l'étalement du film grâce aux forces capillaires présentes. De plus, la largeur e (voir figure 4) des deuxièmes ouvertures traversantes 4a est préférentiellement la plus faible possible pour écraser l'épaisseur du film et augmenter la perte de charge contribuant à distribuer uniformément le fluide, tout en gardant un espace suffisant pour le passage du fluide vers les plaques verticales 2 au travers des chemins traversants C1 et C2.

[0081] En référence aux figures 12 à 22, on va maintenant décrire d'autres exemples de réalisation de l'invention, présentant des variantes de réalisation des premier et deuxième étages de distribution d'un dispositif de distribution 1 conforme à l'invention. Plus précisément, les figures 12, 13 et 14 illustrent le principe du débordement, les figures 15 et 16 illustrent le principe du contrôle d'épaisseur de film, les figures 17 et 18 illustrent le principe de la distribution par génération de perte de charge, la figure 19 illustre le principe de la distribution par surface mouillante, et les figures 20 à 22 illustrent le principe de la distribution par contrôle des trajectoires du fluide. Bien entendu, ces différents exemples et principes de distribution selon l'invention peuvent être combinés ensemble en totalité ou en partie.

[0082] Ainsi, la figure 12 représente, en coupe, un deuxième exemple de réalisation des étages 3 et 4 d'un dispositif de distribution 1 conforme à l'invention, selon le principe de débordement.

[0083] Dans cet exemple, comme pour le premier exemple décrit précédemment, la deuxième paroi 6 du

deuxième étage de distribution 4 est de forme plane, sensiblement perpendiculaire au sens d'écoulement F du fluide par gravité, et les pièces de guidage 7a en écoulement du fluide sont de forme plane, sensiblement perpendiculaire au sens d'écoulement F du fluide par gravité.

[0084] En revanche, la première paroi 5 du premier étage de distribution 3 comporte une pluralité de premières portions de débordement 15, présentant une forme générale de V, entre lesquelles sont formées les premières ouvertures traversantes 3b, ici sous forme de rainures.

[0085] Chaque première portion de débordement 15 comporte un creux 16 recevant le fluide provenant de moyens d'alimentation A en fluide du dispositif 1. Ce creux 16 est délimité par deux parois latérales de débordement 15a et 15b, qui s'étendent ainsi chacune depuis le creux 16 en direction de la première ouverture traversante 3b adjacente, de sorte à permettre un écoulement du fluide par débordement au-delà des parois latérales de débordement 15a et 15b au travers des premières ouvertures traversantes 3b.

[0086] Avantageusement ici, le principe du débordement permet d'étendre la répartition du fluide à l'aide de fentes étendues, constituant ainsi une amélioration par rapport à des jets ponctuels pour lesquels la répartition du fluide reste ponctuelle.

[0087] Le principe de débordement ainsi décrit au premier étage de distribution 3 du dispositif 1 favorise une homogénéisation de la distribution et une compacité du dispositif de distribution 1 en supprimant la contrainte d'hauteur de fluide nécessaire pour distribuer le fluide.

[0088] Par ailleurs, chaque paroi latérale 15a, 15b comporte, à son extrémité jouxtant une première ouverture traversante 3b, un rebord 17 s'étendant sensiblement depuis la paroi latérale 15a, 15b dans la direction d'écoulement par gravité du fluide.

[0089] De façon avantageuse, la présence d'un tel rebord 17 peut permettre d'éviter tout écoulement de fluide sur la partie inférieure de chaque première portion de débordement 15, autrement dit sous les parois latérales de débordement 15a et 15b.

[0090] Ce principe de débordement peut également se retrouver au niveau du deuxième étage de distribution 4 du dispositif de distribution 1 selon l'invention.

[0091] Ainsi, les figures 13 et 14 représentent, en coupe, respectivement un troisième exemple de réalisation et un quatrième exemple de réalisation des premier et deuxième étages d'un dispositif de distribution 1 conforme à l'invention.

[0092] Ainsi, dans ces deux exemples, tout comme pour l'exemple de la figure 7, la première paroi 5 du premier étage de distribution 3 est de forme plane, sensiblement perpendiculaire au sens d'écoulement F du fluide par gravité.

[0093] En revanche, pour le troisième exemple de la figure 13, la deuxième paroi 6 du deuxième étage de distribution 4 comporte une pluralité de deuxièmes por-

tions de débordement 20, formant des cuvettes de débordement, entre lesquelles sont formées les deuxième ouvertures traversantes 4a.

[0094] Plus précisément, chaque deuxième portion de débordement 20 comporte un fond 21 recevant le fluide provenant du premier étage de distribution 3. Ce fond 21 est délimité par deux parois latérales de débordement 20a et 20b, qui s'étendent chacune depuis le fond 21 en direction de la deuxième ouverture traversante 4a adjacente, de sorte à permettre un écoulement du fluide provenant du premier étage de distribution 3 par débordement au-delà des parois latérales de débordement 20a, 20b au travers des deuxième ouvertures traversantes 4a.

[0095] De plus, comme décrit précédemment en référence à la figure 12, chaque paroi latérale 20a, 20b comporte, à son extrémité jouxtant une deuxième ouverture traversante 4a, un rebord 17 s'étendant sensiblement depuis la paroi latérale 20a, 20b dans une direction transversale à la direction d'écoulement par gravité du fluide.

[0096] Par ailleurs, les pièces de guidage 7a en écoulement du fluide sont de forme plane, sensiblement perpendiculaire au sens d'écoulement F du fluide par gravité.

[0097] Au contraire, dans le quatrième exemple de réalisation de la figure 14, les pièces de guidage 7a en écoulement du fluide se présentent sous la forme de troisièmes portions de débordement 18, sous forme de cuvettes. Chaque troisième portion de débordement 18 comporte un fond 19, recevant le fluide provenant du premier étage de distribution 3, ce fond 19 étant délimité par deux parois latérales de débordement 18a et 18b, qui s'étendent chacune depuis le fond 19 en direction opposée au sens d'écoulement F du fluide par gravité, de sorte à permettre un écoulement du fluide provenant du premier étage de distribution 3 par débordement au-delà des parois latérales de débordement 18a, 18b.

[0098] Par ailleurs, la première paroi 5 du premier étage de distribution 3 et la deuxième paroi 6 du deuxième étage de distribution 4 sont de forme plane, sensiblement perpendiculaire au sens d'écoulement F du fluide par gravité.

[0099] Le principe du débordement au niveau du deuxième étage 4 de distribution, au niveau de la deuxième paroi 6 et/ou au niveau des pièces de guidage 7a, d'un dispositif de distribution 1 selon l'invention permet d'absorber l'impact de jets ou de défauts de répartition de fluide au niveau du premier étage 3 de distribution afin d'homogénéiser la répartition de fluide.

[0100] Les figures 15 et 16 représentent, en coupe, respectivement un cinquième exemple de réalisation et un sixième exemple de réalisation des premier 3 et deuxième 4 étages d'un dispositif de distribution 1 conforme à l'invention, visant à illustrer un principe de contrôle d'épaisseur ep de film de fluide FL tombant.

[0101] Dans ces cinquième et sixième exemples de réalisation, la première paroi 5 du premier étage de distribution 3, la deuxième paroi 6 du deuxième étage de

distribution 4 et les pièces de guidage 7a sont de forme plane, sensiblement perpendiculaire au sens d'écoulement F du fluide par gravité.

[0102] Néanmoins, dans ces cinquième et sixième exemples des figures 15 et 16, le dispositif de distribution 1 comporte en plus des éléments de contrôle d'épaisseur 22 de film de fluide FL tombant sur les plaques verticales 2. Ces éléments de contrôle d'épaisseur 22, par exemple sous la forme d'équerres en coupe, en appui contre la face inférieure de la deuxième paroi 6 pour le cinquième exemple de réalisation et en appui contre la face supérieure de la deuxième paroi 6 pour le sixième exemple de réalisation, sont configurés pour restreindre la largeur des chemins traversants C1 et C2, formés de part et d'autre de chaque plaque verticale 2, pour contrôler l'épaisseur ep de film de fluide FL tombant au contact des plaques verticales 2. Pour ce faire, ces éléments de contrôle d'épaisseur 22 sont fixés à la deuxième paroi 6 du deuxième étage de distribution 4 de part et d'autre de chaque deuxième ouverture traversante 4a. Il est à noter, qu'en variante, les éléments de contrôle 22 peuvent être d'une seule pièce avec la deuxième paroi 6. Ils peuvent aussi résulter d'un épaississement de la deuxième paroi 6, notamment sous forme de plaque, à proximité des plaques verticales 2.

[0103] Ainsi, le principe du contrôle de l'épaisseur ep du film de fluide FL tombant consiste à maîtriser l'épaisseur ep du film pour qu'il soit le plus fin et le plus uniforme possible. En réduisant le plus possible l'épaisseur ep du film, cela favorise l'homogénéisation de la distribution du film sur les plaques verticales 2 de l'échangeur de chaleur 11. Les éléments de contrôle d'épaisseur 22 sous la forme d'équerres permettent également d'éviter l'écoulement de fluide entre deux plaques verticales 2 adjacentes.

[0104] En outre, les figures 17 et 18 représentent, en coupe, respectivement un septième exemple de réalisation et un huitième exemple de réalisation des premier 3 et deuxième 4 étages d'un dispositif de distribution 1 conforme à l'invention, visant à illustrer un principe de distribution par génération de perte de charge par le biais de composants de génération de perte de charge.

[0105] Dans ces sixième et septième exemples de réalisation, la première paroi 5 du premier étage de distribution 3 et la deuxième paroi 6 du deuxième étage de distribution 4 sont de forme plane, sensiblement perpendiculaire au sens d'écoulement F du fluide par gravité.

[0106] Néanmoins, les pièces de guidage 7a en écoulement du fluide se présentent sous la forme de composants de génération de perte de charge, notamment réalisés à partir d'un matériau poreux ou d'une toile tissée.

[0107] Ces composants de génération de perte de charge 7a comprennent des canaux de passage 23 du fluide provenant du premier étage de distribution 3 pour son écoulement par perte de charge au travers des deuxième ouvertures traversantes 4a du deuxième étage de distribution 4.

[0108] Dans le septième exemple de réalisation de la

figure 17, ces canaux de passage 23 se présentent en coupe sous la forme d'équerres épousant partiellement la face supérieure de la deuxième paroi 6 et la face latérale de la deuxième paroi 6 située dans chaque deuxième ouverture traversante 4a. Dans le huitième exemple de réalisation de la figure 18, ces canaux de passage 23 se présentent en coupe sous la forme de canaux verticaux formés le long de chaque plaque verticale 2.

[0109] Le principe de la distribution par génération de perte de charge consiste ainsi à utiliser les composants de génération de perte de charge avec chacun une ou plusieurs sections de passage formées par les canaux de passage 23 qui soient suffisamment réduites pour avoir une hauteur de fluide suffisante pour que la distribution du film soit homogène.

[0110] Les composants de génération de perte de charge peuvent être de tout type et comporter un ou plusieurs canaux de passage 23 tels que décrits précédemment, ou encore être réalisés à partir d'un matériau poreux et/ou d'une toile tissée, par exemple. Dans ce dernier cas, les composants de génération de perte de charge peuvent ne pas comporter de canaux de passage tels que décrits auparavant.

[0111] En outre, la figure 19 représente, en coupe, un neuvième exemple de réalisation des premier 3 et deuxième 4 étages d'un dispositif de distribution 1 conforme à l'invention, visant à illustrer un principe de distribution par surface mouillante.

[0112] Dans ce neuvième exemple de réalisation, la première paroi 5 du premier étage de distribution 3, la deuxième paroi 6 du deuxième étage de distribution 4 et les pièces de guidage 7a sont de forme plane, sensiblement perpendiculaire au sens d'écoulement F du fluide par gravité.

[0113] Cependant, la face supérieure et les faces latérales situées dans les deuxième ouvertures traversantes 4a de la deuxième paroi 6 du deuxième étage de distribution 4, ainsi que les pièces de guidage 7a en écoulement sont recouvertes d'un revêtement de surface mouillante 24 améliorant l'étalement du fluide pour une distribution homogène.

[0114] De plus, les plaques verticales 2 de l'échangeur de chaleur 11 sont également recouvertes d'un tel revêtement de surface mouillante 24 dans leur partie située dans une deuxième ouverture traversante 4a.

[0115] Le principe de la distribution par surface mouillante permet ainsi de structurer la surface concernée, notamment par le biais d'un traitement de surface, tel que sablage, attaque chimique, métal fritté, l'utilisation d'un matériau mouillant, l'utilisation d'un composant à structure capillaire, tel qu'un composant rainuré, une toile métallique, entre autres. De cette façon, cela améliore l'étalement du fluide sur les surfaces concernées en contact avec le fluide pour une distribution homogène optimale du fluide.

[0116] Par ailleurs, la figure 20 représente, en coupe, un dixième exemple de réalisation des étages 3 et 4 d'un dispositif de distribution 1 conforme à l'invention, selon

le principe de de la distribution par contrôle des trajectoires du fluide.

[0117] Dans cet exemple, la deuxième paroi 6 du deuxième étage de distribution 4 est de forme plane, sensiblement perpendiculaire au sens d'écoulement F du fluide par gravité, et la première paroi 5 du premier étage de distribution 3 est également de forme plane, sensiblement perpendiculaire au sens d'écoulement F du fluide par gravité.

[0118] En revanche, les pièces de guidage 7a en écoulement du fluide présentent une forme générale de V inversé, comme visible sur la figure 20A décrite par la suite, chacune étant superposée à une portion de la deuxième paroi 6 située entre deux deuxième ouvertures traversantes 4a consécutives.

[0119] Le principe de la distribution avec contrôle des trajectoires du fluide consiste à favoriser une circulation du fluide compartimentée pour réduire les distributions aléatoires et forcer les trajectoires d'écoulement.

[0120] Ainsi, chaque pièce de guidage 7a forme un composant qui réceptionne l'impact du fluide F venant du premier étage 3 et qui le dirige de façon homogène sur la largeur des plaques. Un tel composant compartimente ainsi et dirige les trajectoires du fluide. Il n'a plus une surface horizontale mais se trouve modifié pour former deux surfaces inclinées symétriques afin d'éviter une division de l'écoulement au deuxième étage 4 de distribution et d'éviter ainsi les distributions aléatoires.

[0121] La figure 20A représente, de façon isolée et en perspective, un exemple de pièce de guidage 7a utilisée dans le dispositif de la figure 20.

[0122] Comme on peut le voir sur cette figure, la pièce de guidage 7a présente une forme de V inversé avec une arête 30 au sommet de laquelle partent deux surfaces inclinées 31, prolongées chacune par une portion sensiblement verticale 32 destinée à être introduite au moins partiellement dans une deuxième ouverture traversante 4a, au contact de la deuxième paroi 6.

[0123] De plus, la pièce de guidage 7a comporte une ou plusieurs cales 33, ici trois cales 33, s'étendant transversalement le long des surfaces inclinées 31 et des portions sensiblement verticales 32. Ces cales 33 permettent de maintenir la pièce de guidage 7a entre les plaques avec un espacement homogène sur la largeur des plaques.

[0124] Le principe de composant permettant de compartimenter et de diriger les trajectoires du fluide, comme illustré sur la figure 20 avec les pièces de guidage 7a, peut être simplifié en réduisant le nombre de pièces et en gardant la géométrie utile, et être appliqué à la deuxième paroi 6 comme illustré sur les figures 21 et 22.

[0125] Ainsi, la figure 21 représente, en coupe, un onzième exemple de réalisation des étages 3 et 4 d'un dispositif de distribution 1 conforme à l'invention, selon le principe de de la distribution par contrôle des trajectoires du fluide.

[0126] Dans cet exemple, la première paroi 5 est semblable à celle de l'exemple de la figure 20, et les pièces

de guidages 7a peuvent être semblables à celles décrites en référence à la figure 12.

[0127] Par contre, la deuxième paroi 6 se présente ici sous la forme d'une pluralité de portions ayant une forme générale de V inversé. Comme pour la pièce de guidage 7a décrite en référence à la figure 20A, chaque portion de la deuxième paroi 6, située entre deux deuxième ouvertures traversantes 4a, comporte une arête 30 au sommet de laquelle partent deux surfaces inclinées 31, ici dépourvues d'un quelconque prolongement.

[0128] En outre, la figure 22 représente, en coupe, un douzième exemple de réalisation des étages 3 et 4 d'un dispositif de distribution 1 conforme à l'invention, selon le principe de de la distribution par contrôle des trajectoires du fluide.

[0129] Cet exemple combine avantageusement le principe de la distribution par contrôle des trajectoires du fluide avec le principe de débordement décrit précédemment en référence aux figures 12, 13 et 14. De cette façon, il est possible d'améliorer l'étalement et la répartition homogène du film de fluide FL sur la largeur de la plaque.

[0130] Ainsi, en complément des caractéristiques décrites en référence à la figure 21, chaque portion de la deuxième paroi 6 comporte ici des surfaces inclinées 31 se prolongeant chacune à leur extrémité par une portion de remontée pour le débordement 34. De cette façon, chaque surface inclinée 31 définit, avec sa portion de remontée pour le débordement 34 associée, une cuvette de débordement 35 dans lequel le fluide s'accumule après impact sur la surface inclinée 31 avant de s'écouler par le biais d'une deuxième ouverture traversante 4a.

[0131] Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux exemples de réalisation qui viennent d'être décrits. Diverses modifications peuvent y être apportées par l'homme du métier.

Revendications

1. Dispositif (1) de distribution de film de fluide (FL) tombant par gravité sur au moins une plaque verticale (2) d'un échangeur de chaleur (11) à plaques verticales (2), **caractérisé en ce qu'il** comporte au moins :

- un premier étage supérieur de distribution (3), destiné à recevoir le fluide provenant de moyens d'alimentation (A) en fluide du dispositif (1), comprenant une première paroi (5) pourvue d'une pluralité de premières ouvertures traversantes (3a, 3b) pour le passage du fluide par gravité et pour la répartition du fluide relativement à ladite au moins une plaque verticale (2),
- un deuxième étage inférieur de distribution (4), superposé en dessous du premier étage supérieur de distribution (3), en considérant le sens d'écoulement (F) du fluide par gravité, et destiné

à recevoir le fluide ayant traversé les premières ouvertures traversantes (3a, 3b) du premier étage supérieur de distribution (3),

le deuxième étage inférieur de distribution (4) comprenant une deuxième paroi (6) pourvue d'une ou plusieurs deuxième ouvertures traversantes (4a) décalées transversalement par rapport aux premières ouvertures traversantes (3a, 3b) et destinées à loger centralement et au moins partiellement ladite au moins une plaque verticale (2), la plus grande dimension transversale (e) de chaque deuxième ouverture traversante (4a) étant choisie pour être supérieure à la plus grande dimension transversale (DP) de la plaque verticale (2) destinée à être située dans ladite deuxième ouverture traversante (4a) de telle sorte que chaque deuxième ouverture traversante (4a) comporte deux chemins traversants (C1, C2), formés de part et d'autre de ladite au moins une plaque verticale (2), pour le passage de film de fluide (FL) tombant par gravité de part et d'autre et au contact de ladite au moins une plaque verticale (2), le deuxième étage inférieur de distribution (4) comprenant en outre une ou plusieurs pièces de guidage (7a) en écoulement du fluide arrivant sur le deuxième étage inférieur de distribution (4) depuis le premier étage supérieur de distribution (3), superposées au moins partiellement au-dessus de la ou des deuxième ouvertures traversantes (4a), pour assurer l'écoulement du fluide au contact de ladite au moins une plaque verticale (2) au travers des deux chemins traversants (C1, C2) de chaque deuxième ouverture traversante (4a) et pour définir au moins en partie l'épaisseur (ep) de film de fluide (FL) tombant par gravité sur ladite au moins une plaque verticale (2), la première paroi (5) du premier étage supérieur de distribution (3) comportant notamment une pluralité de premières ouvertures traversantes (3a, 3b) réparties régulièrement sur la première paroi (5) et la deuxième paroi (6) du deuxième étage inférieur de distribution (4) comportant notamment une pluralité de deuxième ouvertures traversantes (4a) réparties régulièrement sur la première paroi (5) et une pluralité de pièces de guidage (7a) réparties régulièrement en superposition au moins partielle aux deuxième ouvertures traversantes (4a).

2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le décalage transversal de la ou des deuxième ouvertures traversantes (4a) par rapport aux premières ouvertures traversantes (3a, 3b) est égal à la moitié de la distance (D1) séparant transversalement deux premières ouvertures traversantes (3a, 3b) adjacentes.

3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'il** comporte :

- un premier récipient (12) pourvu d'un fond formant la première paroi (5) comprenant une pluralité de premières ouvertures traversantes (3a, 3b),
- une plaque (13), superposée sous le fond du premier récipient (12), pourvue d'une pluralité de troisièmes ouvertures traversantes (8a) espacées les unes des autres par des portions pleines de plaque formant les pièces de guidage (7a) en écoulement du fluide,
- un deuxième récipient (14) pourvu d'un fond, superposé sous la plaque (13), formant la deuxième paroi (6) comprenant une pluralité de deuxièmes ouvertures traversantes (4a),

le premier récipient (12) formant le premier étage supérieur (3) du dispositif (1) et la réunion de la plaque (13) et du deuxième récipient (14) formant le deuxième étage inférieur (3) du dispositif (1), la plaque (13) comportant notamment une pluralité de troisièmes ouvertures traversantes (8a) sous la forme de rainures traversantes de forme sensiblement longitudinale.

4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la première paroi (5) du premier étage supérieur de distribution (3) comporte une pluralité de premières ouvertures traversantes (3a) sous la forme d'orifices traversants de forme sensiblement circulaire ou une pluralité de premières ouvertures traversantes (3b) sous la forme de rainures traversantes de forme sensiblement longitudinale.
5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la deuxième paroi (6) du deuxième étage inférieur de distribution (4) comporte une pluralité de deuxièmes ouvertures traversantes (4a) sous la forme de rainures traversantes de forme sensiblement longitudinale.
6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la première paroi (5) du premier étage supérieur de distribution (3) est de forme plane, sensiblement perpendiculaire au sens d'écoulement (F) du fluide par gravité, de sorte à permettre un écoulement du fluide au travers des premières ouvertures traversantes (3a, 3b) par génération de perte de charge.
7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** la première paroi (5) du premier étage supérieur de distribution (3) comporte une pluralité de premières portions de débordement (15) entre lesquelles sont formées les premières ouvertures traversantes (3a, 3b), chaque première portion de débordement (15) comportant un fond (16), notamment un creux, destiné à recevoir

le fluide provenant de moyens d'alimentation (A) en fluide du dispositif (1), ce fond (16) étant délimité au moins en partie par deux parois latérales de débordement (15a, 15b), s'étendant ainsi chacune depuis le fond (16) en direction de la première ouverture traversante (3a, 3b) adjacente, de sorte à permettre un écoulement du fluide provenant des moyens d'alimentation (A) par débordement au-delà des parois latérales de débordement (15a, 15b) au travers des premières ouvertures traversantes (3a, 3b), chaque paroi latérale (15a, 15b) comportant notamment, à son extrémité jouxtant une première ouverture traversante (3a, 3b), un rebord (17) s'étendant sensiblement depuis la paroi latérale (15a, 15b) dans la direction d'écoulement par gravité du fluide.

8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la deuxième paroi (6) du deuxième étage inférieur de distribution (4) est de forme plane, sensiblement perpendiculaire au sens d'écoulement (F) du fluide par gravité, de sorte à permettre un écoulement du fluide au travers de la ou des deuxièmes ouvertures traversantes (4a) par génération de perte de charge.
9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la ou les pièces de guidage (7a) en écoulement du fluide sont de forme plane, sensiblement perpendiculaire au sens d'écoulement (F) du fluide par gravité, de sorte à permettre un écoulement du fluide par génération de perte de charge, ou **en ce que** la ou les pièces de guidage (7a) en écoulement du fluide se présentent sous la forme d'une ou plusieurs troisièmes portions de débordement (18), chaque troisième portion de débordement (18) comportant un fond (19), destiné à recevoir le fluide provenant du premier étage supérieur de distribution (3), ce fond (19) étant délimité au moins en partie par deux parois latérales de débordement (18a, 18b), s'étendant ainsi chacune depuis le fond (19) en direction opposée au sens d'écoulement (F) du fluide par gravité, de sorte à permettre un écoulement du fluide provenant du premier étage supérieur de distribution (3) par débordement au-delà des parois latérales de débordement (18a, 18b).
10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, hormis la revendication 8, **caractérisé en ce que** la deuxième paroi (6) du deuxième étage inférieur de distribution (4) comporte une pluralité de deuxièmes portions de débordement (20) entre lesquelles sont formées les deuxièmes ouvertures traversantes (4a), chaque deuxième portion de débordement (20) comportant un fond (21), notamment un creux, destiné à recevoir le fluide provenant du premier étage supérieur de distribution (3), ce fond (21) étant délimité au moins en partie par deux parois

latérales de débordement (20a, 20b), s'étendant ainsi chacune depuis le fond (21) en direction de la deuxième ouverture traversante (4a) adjacente, de sorte à permettre un écoulement du fluide provenant du premier étage supérieur de distribution (3) par débordement au-delà des parois latérales de débordement (20a, 20b) au travers des deuxième ouvertures traversantes (4a).

11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comporte des éléments de contrôle d'épaisseur (22) de film de fluide (FL) tombant sur ladite au moins une plaque verticale (2) configurés pour restreindre la largeur des chemins traversants (C1, C2), formés de part et d'autre de ladite au moins une plaque verticale (2), pour contrôler l'épaisseur (ep) de film de fluide (FL) tombant au contact de ladite au moins une plaque verticale (2), ces éléments de contrôle d'épaisseur (22) étant notamment solidarisés à la deuxième paroi (6) du deuxième étage inférieur de distribution (4) de part et d'autre de chaque deuxième ouverture traversante (4a).
12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, hormis la revendication 9, **caractérisé en ce que** la ou les pièces de guidage (7a) en écoulement du fluide se présentent sous la forme d'un ou plusieurs composants de génération de perte de charge, notamment réalisés à partir d'un matériau poreux ou d'une toile tissée, comprenant un ou plusieurs canaux de passage (23) du fluide provenant du premier étage supérieur de distribution (3) pour son écoulement par perte de charge au travers des deuxième ouvertures traversantes (4a) du deuxième étage inférieur de distribution (4).
13. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la première paroi (5) du premier étage supérieur de distribution (3), la deuxième paroi (6) du deuxième étage inférieur de distribution (4) et/ou la ou les pièces de guidage (7a) en écoulement sont recouvertes au moins partiellement d'un revêtement de surface mouillante (24) améliorant l'étalement du fluide pour une distribution homogène.
14. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la deuxième paroi (6) du deuxième étage inférieur de distribution (4) et/ou la ou les pièces de guidage (7a) en écoulement comportent des portions en forme de V inversé pour contrôler les trajectoires du fluide (F) provenant de la première paroi (5), chaque portion en forme de V inversé comportant notamment une arête (30) formant sommet à partir de laquelle s'étendent des surfaces inclinées (31) symétriques, notamment prolongées par des por-

tions de remontée pour le débordement (34).

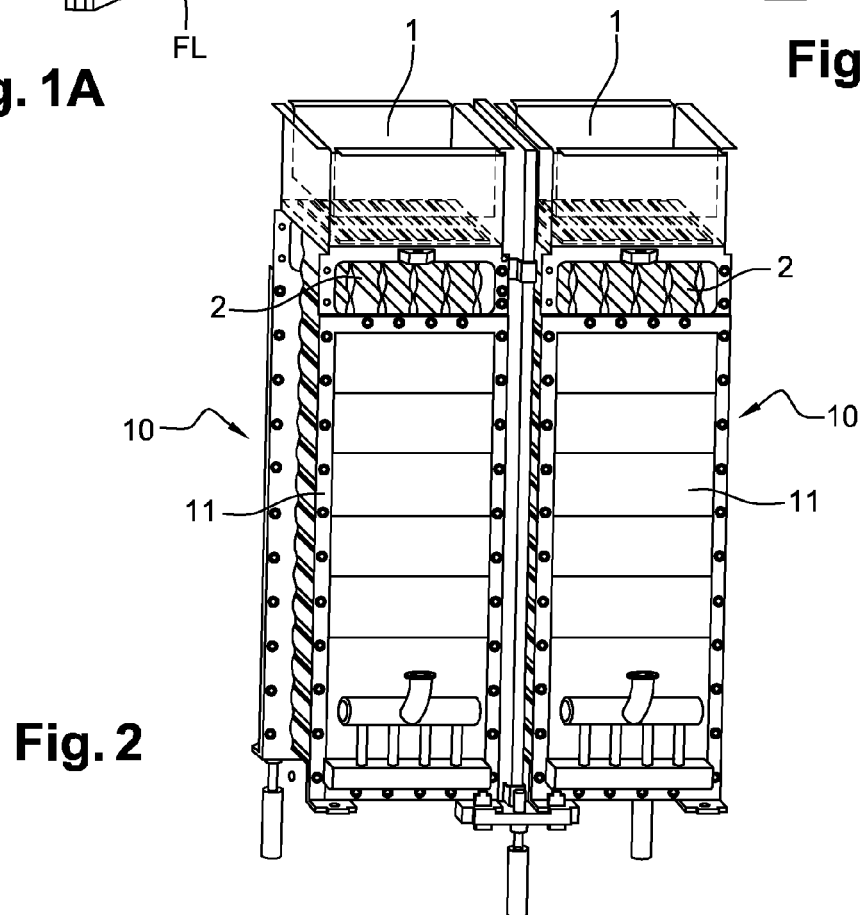
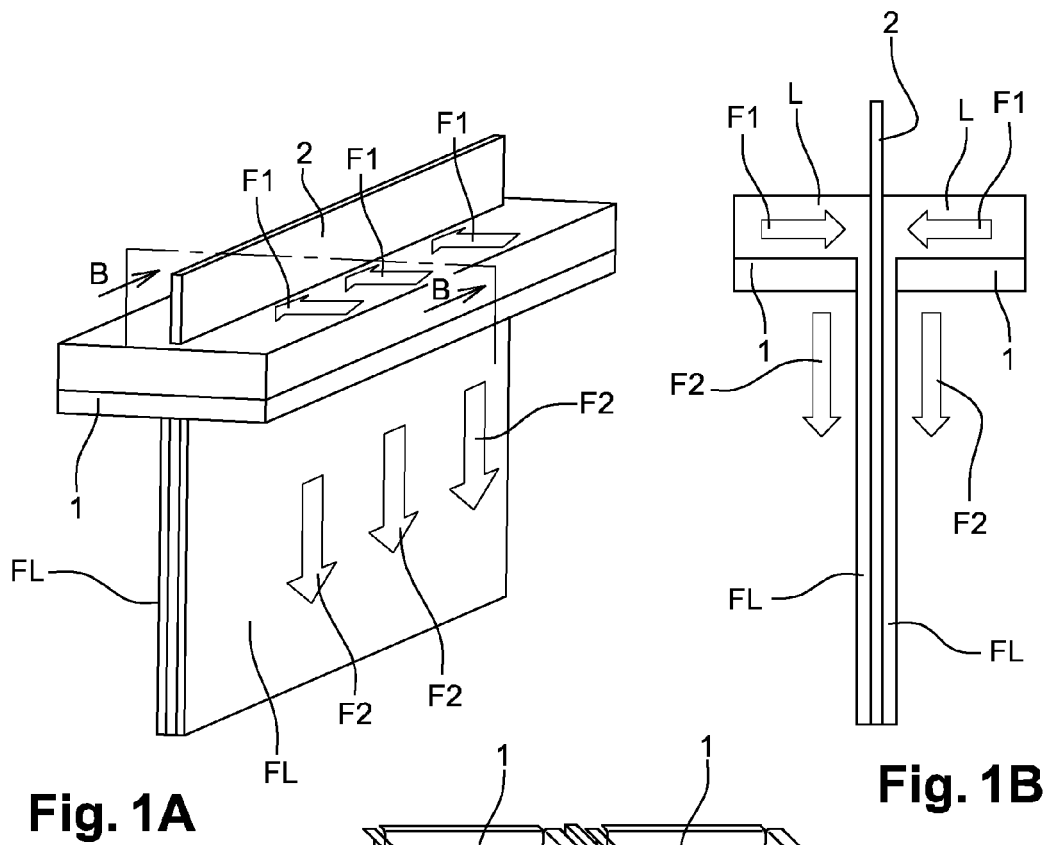
15. Ensemble (10), **caractérisé en ce qu'il** comporte :

- un échangeur de chaleur (11) à plaques verticales (2),
- un dispositif (1) de distribution selon l'une quelconque des revendications précédentes de film de fluide (FL) tombant par gravité sur au moins une plaque verticale (2) de l'échangeur de chaleur (11),

l'ensemble comportant notamment des moyens d'alimentation (A) en fluide du dispositif (1) de distribution, se présentant notamment sous la forme d'un ou plusieurs points d'injection (A) de fluide, les plaques verticales (2) de l'échangeur de chaleur (11) étant notamment au moins en partie recouvertes d'un revêtement de surface mouillante (24) améliorant l'étalement du fluide pour une distribution homogène, notamment dans leur portion logée au sein d'une deuxième ouverture traversante (4a).

16. Procédé de fonctionnement d'un dispositif (1) de distribution selon l'une quelconque des revendications 1 à 14 de film de fluide (FL) tombant par gravité sur au moins une plaque verticale (2) d'un échangeur de chaleur (11) à plaques verticales (2), **caractérisé en ce qu'il** comporte les étapes successives suivantes :

- alimenter le dispositif (1) de distribution en fluide, notamment par le biais d'un ou plusieurs points d'injection (A),
- distribuer le fluide au niveau du premier étage supérieur de distribution (3) du dispositif (1) pour répartir le fluide relativement à ladite au moins une plaque verticale (2) par le biais d'un principe de perte de charge et/ou de débordement,
- distribuer le fluide provenant du premier étage supérieur de distribution (3) du dispositif (1) au niveau du deuxième étage inférieur de distribution (4) par le biais d'un principe de perte de charge et/ou de débordement et de contrôle d'épaisseur (ep) de film de fluide (FL) tombant pour permettre l'homogénéisation à épaisseur prédéterminée de film de fluide (FL) tombant au contact de ladite au moins une plaque verticale (2).



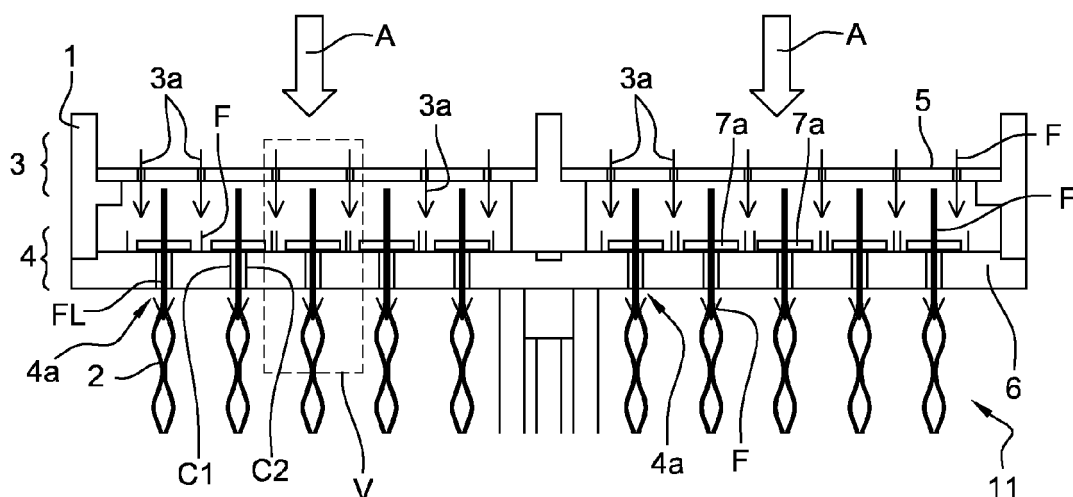


Fig. 3

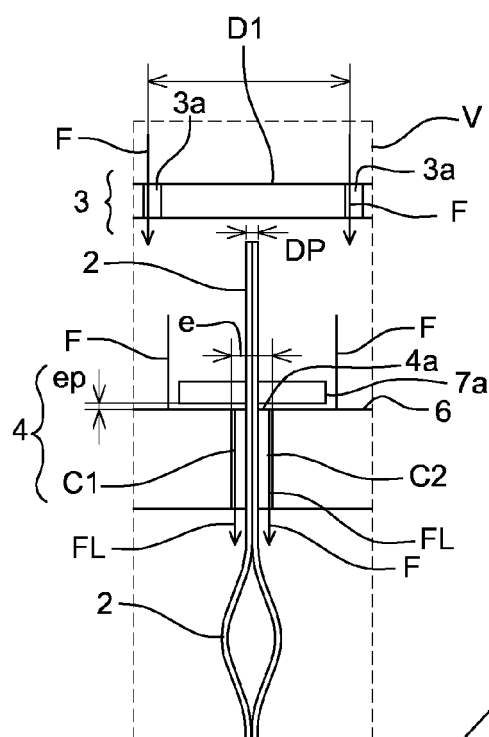


Fig. 4

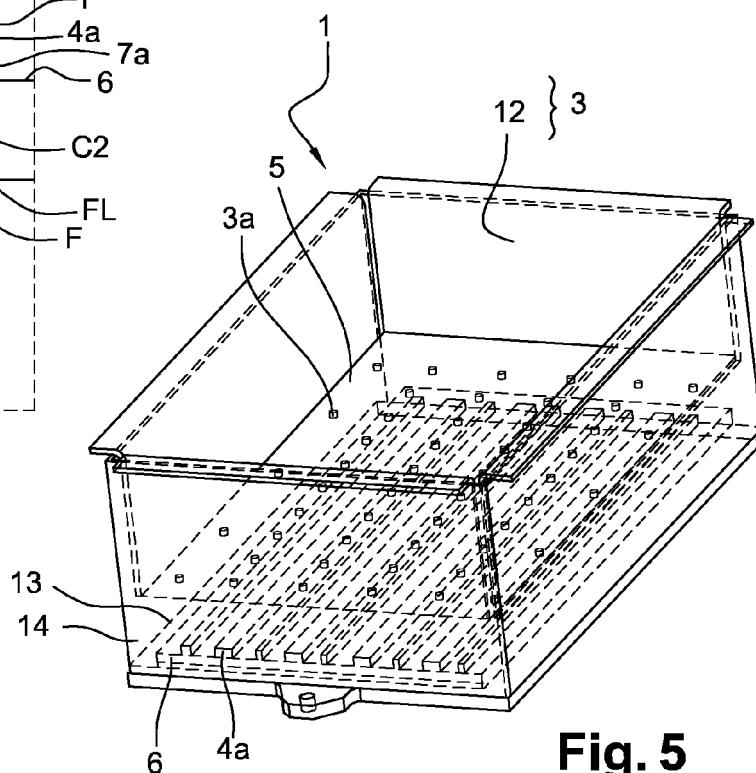


Fig. 5

Fig. 6

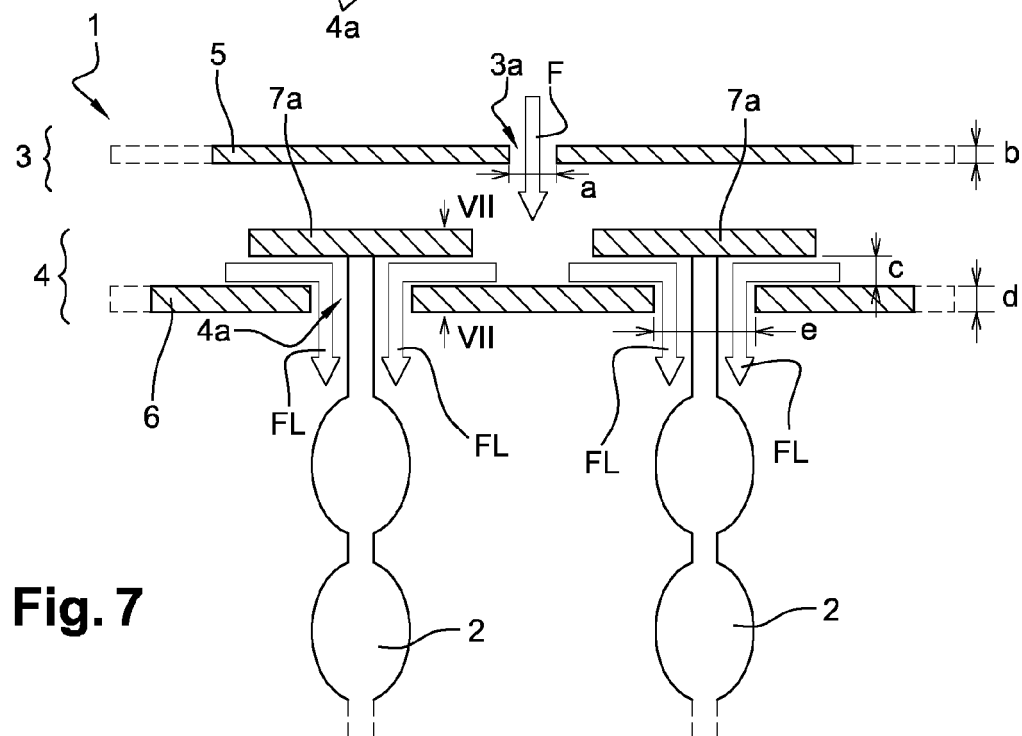
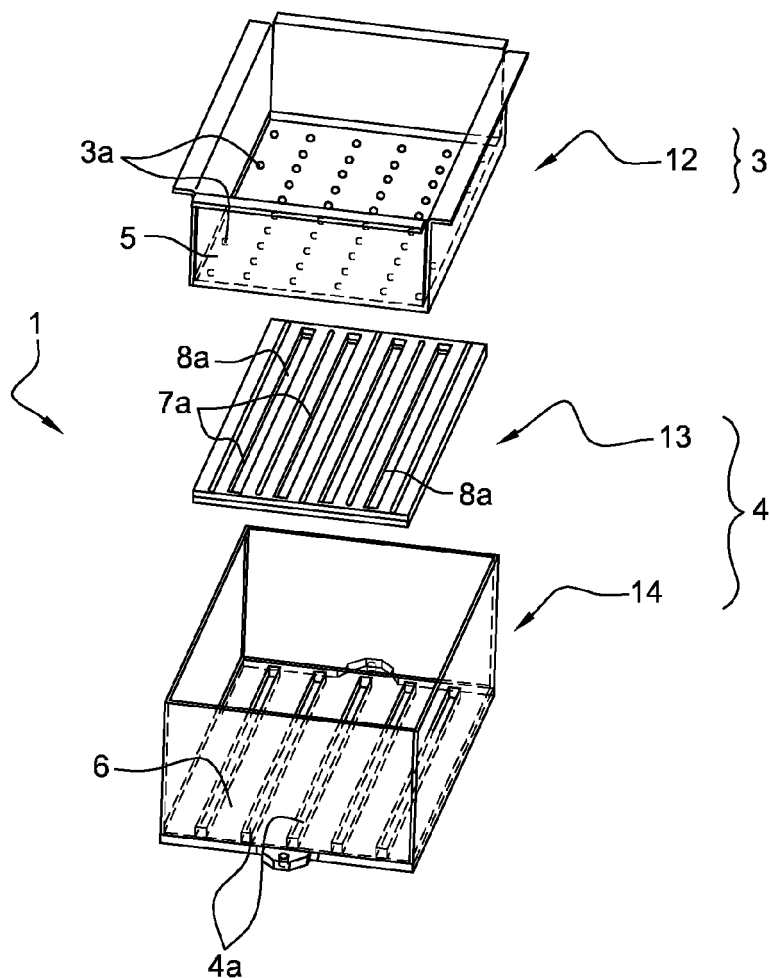


Fig. 7

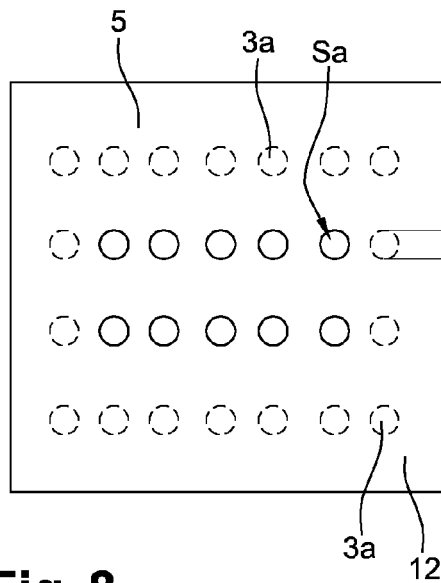


Fig. 8

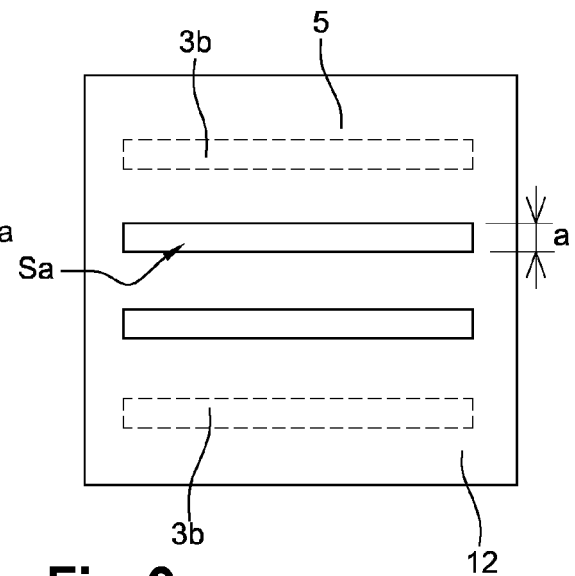


Fig. 9

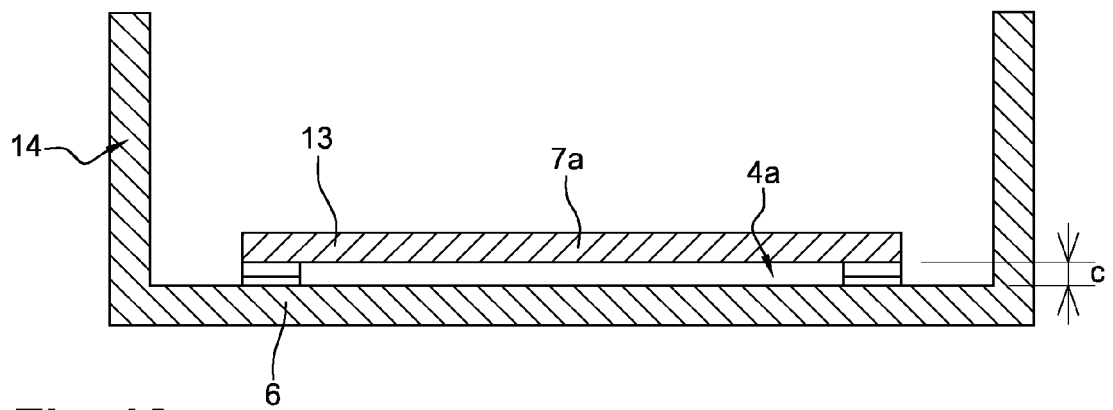


Fig. 10

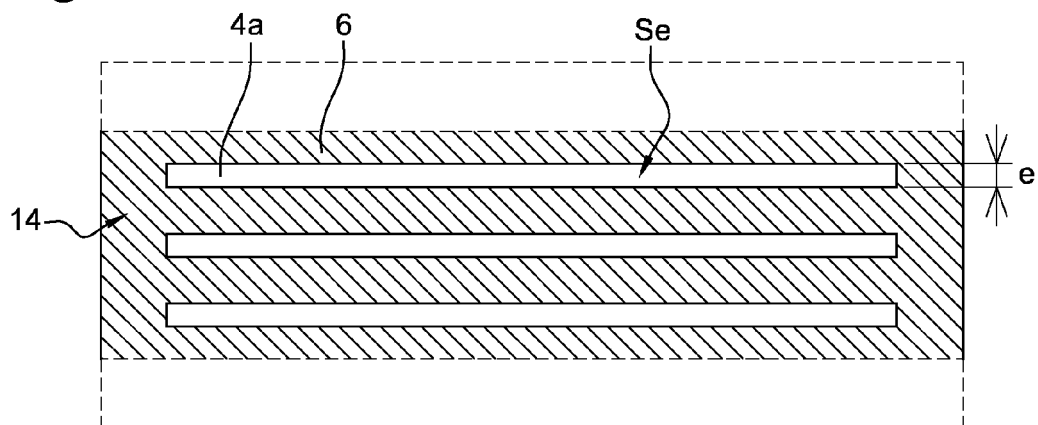


Fig. 11

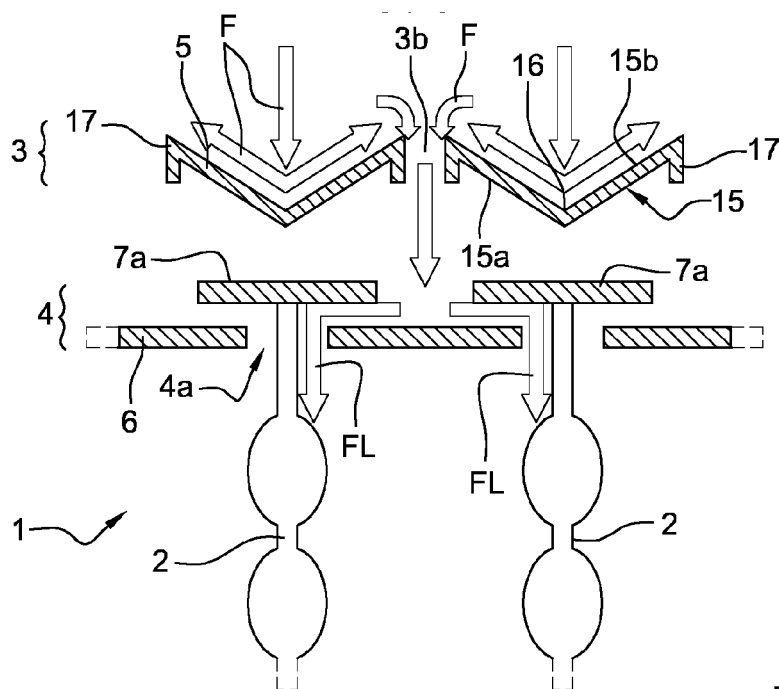


Fig. 12

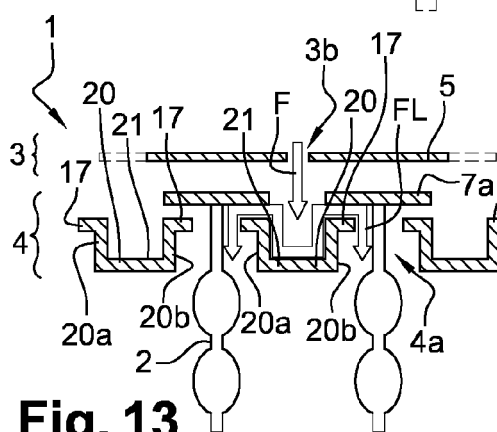


Fig. 13

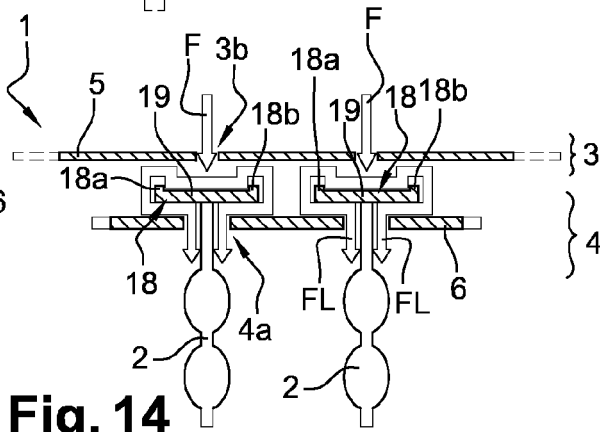


Fig. 14

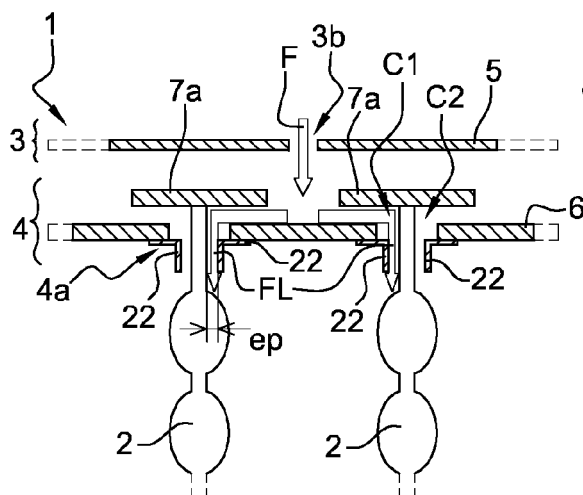


Fig. 15

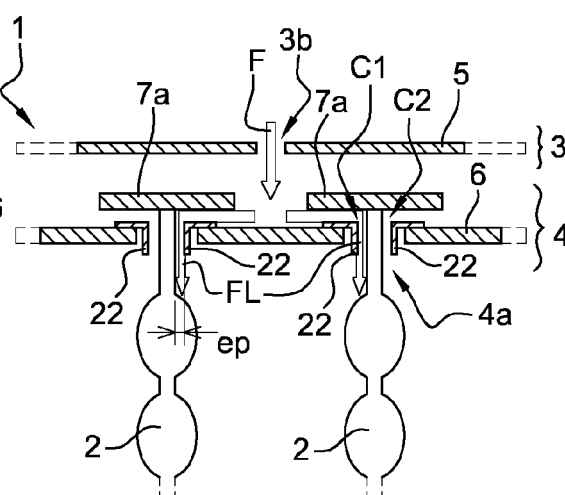
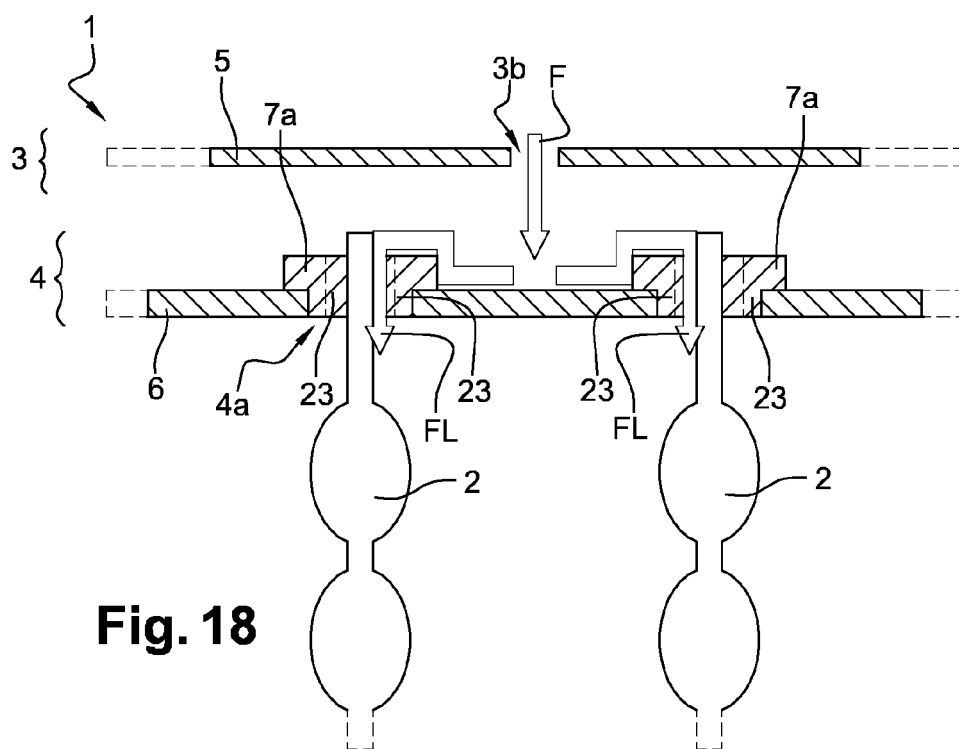
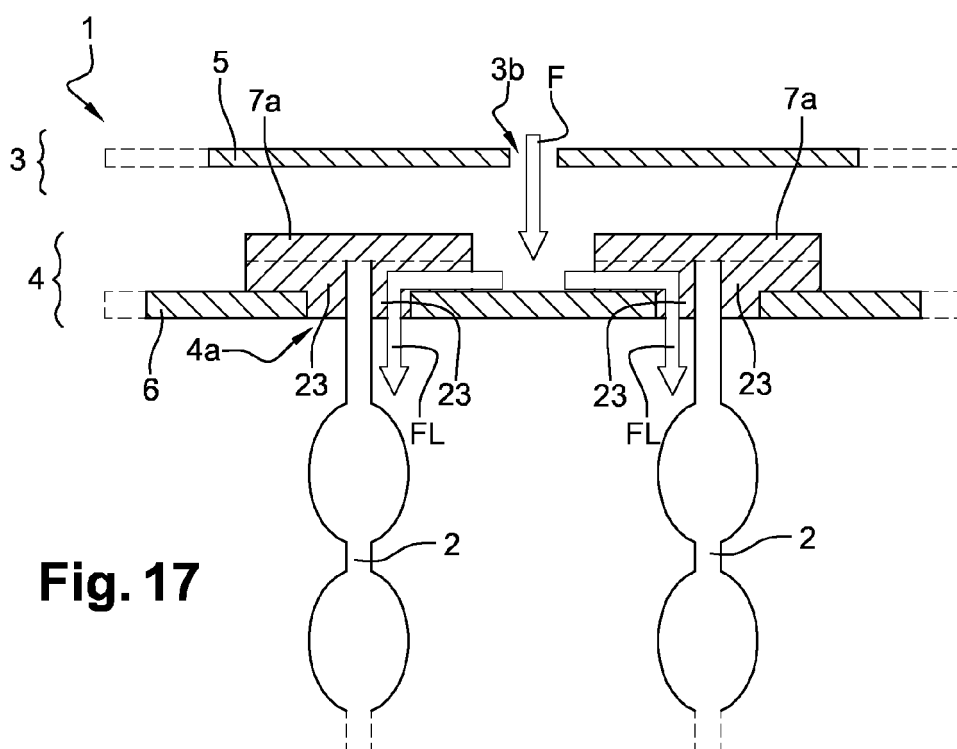


Fig. 16



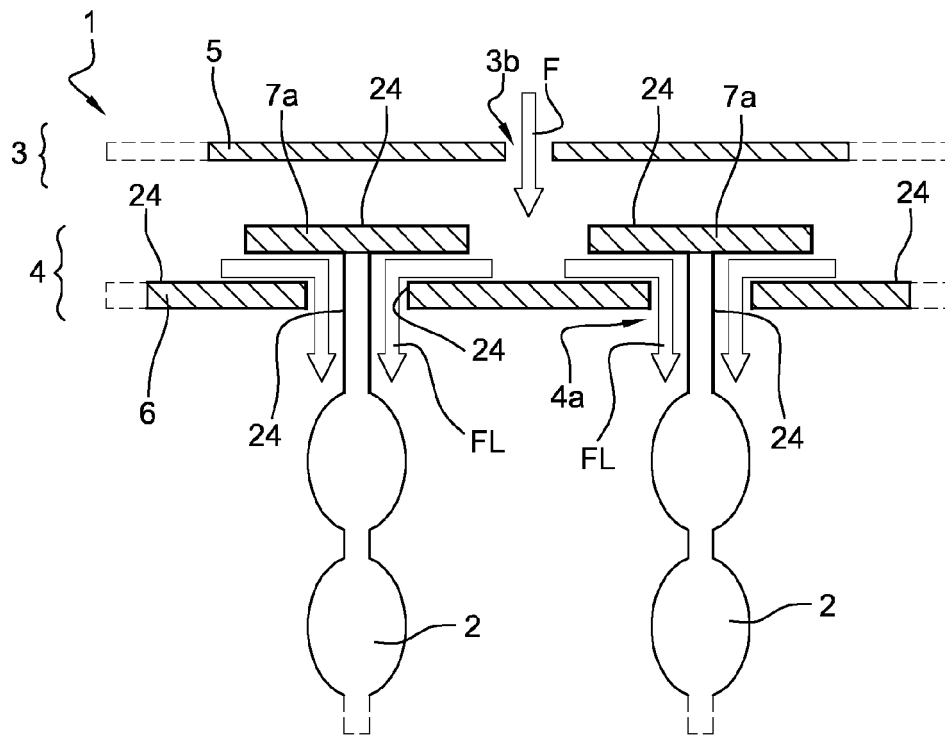


Fig. 19

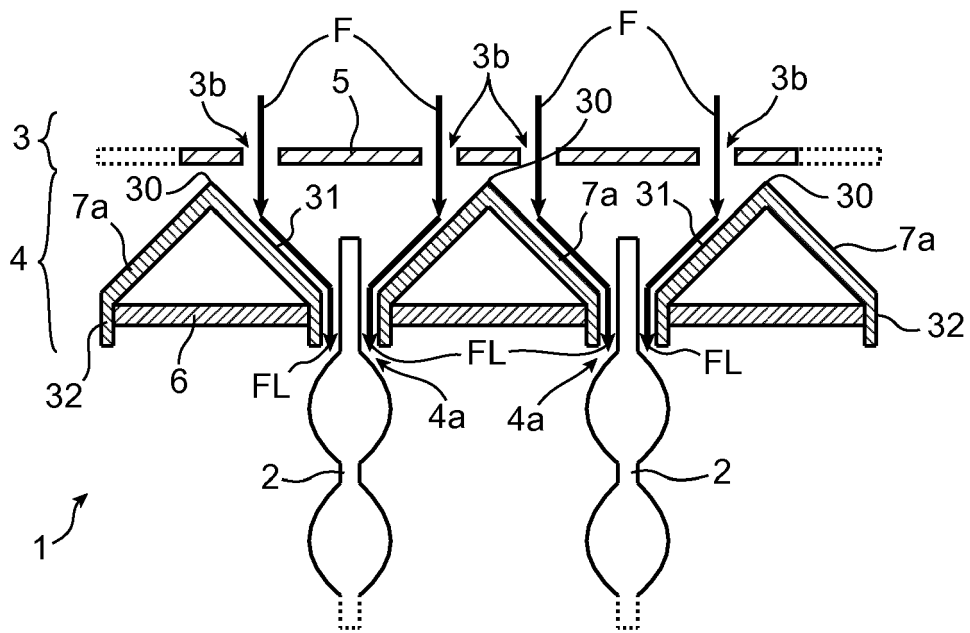


Fig. 20

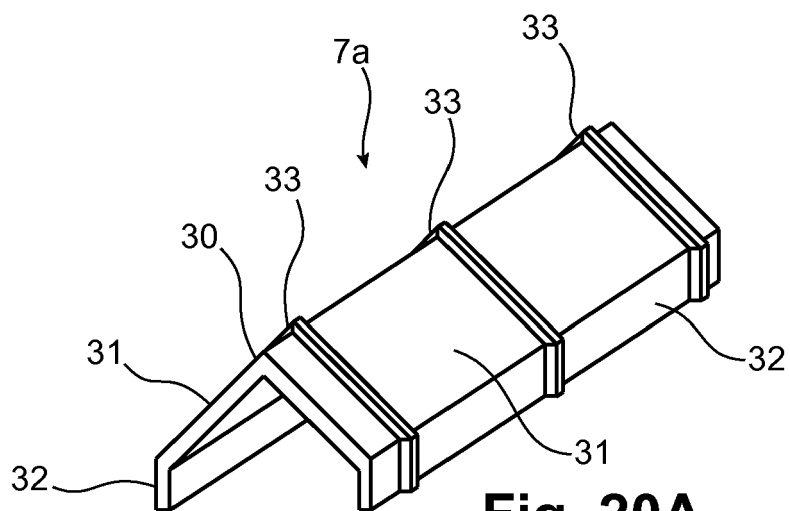


Fig. 20A

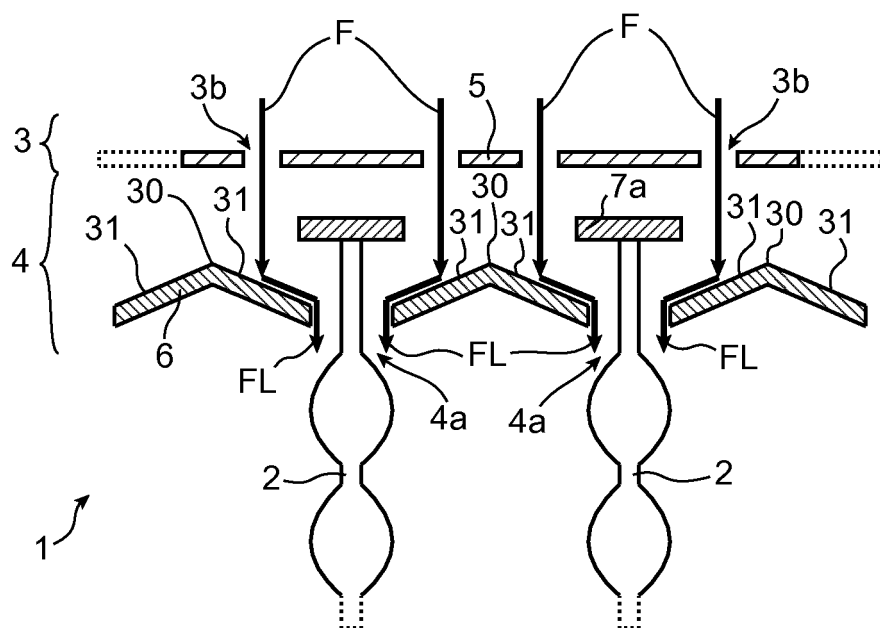


Fig. 21

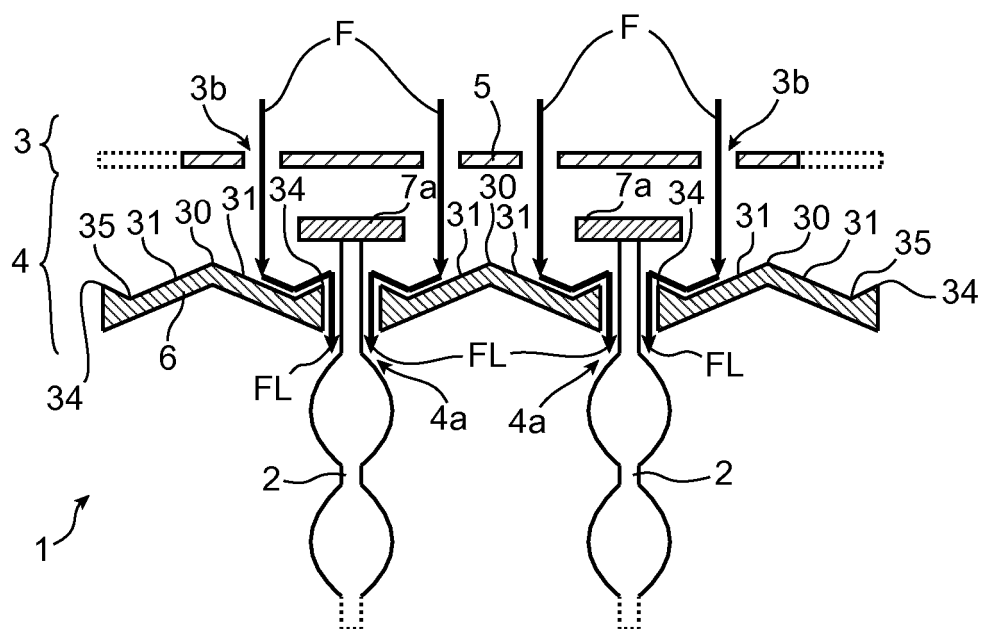


Fig. 22



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 16 17 6031

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	FR 1 042 434 A (RENÉ VELUT) 2 novembre 1953 (1953-11-02) * figure 1 *	1-16	INV. F28F25/04 F28D3/04
A	JP H11 63885 A (ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND) 5 mars 1999 (1999-03-05) * figure 5 *	1-16	
A	FR 1 043 505 A (ANCIENS ETABLISSEMENTS R VELUT) 10 novembre 1953 (1953-11-10) * figures 2-3 *	1-16	
A	JP 3 040772 B1 (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 15 mai 2000 (2000-05-15) * le document en entier *	1-16	
A	GB 498 715 A (RENE VELUT) 12 janvier 1939 (1939-01-12) * le document en entier *	1-16	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			F28F F28D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 15 novembre 2016	Examineur Vassoille, Bruno
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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 16 17 6031

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

15-11-2016

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 1042434 A	02-11-1953	AUCUN	
JP H1163885 A	05-03-1999	AUCUN	
FR 1043505 A	10-11-1953	AUCUN	
JP 3040772 B1	15-05-2000	JP 3040772 B1 JP 2000154975 A	15-05-2000 06-06-2000
GB 498715 A	12-01-1939	AUCUN	

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

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

- EP 2098285 A1 [0004]
- WO 2013035508 A1 [0004]
- WO 2009016650 A1 [0004]