

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

⑫

N° 82 01251

⑤4

Dispositif de déflexion et de répartition du fluide d'échange secondaire en circulation dans un échangeur de chaleur.

⑤1

Classification internationale (Int. Cl. ³). F 28 F 9/00; F 28 D 7/00; G 21 D 5/08.

②2

Date de dépôt..... 27 janvier 1982.

③3

③2

③1

Priorité revendiquée :

④1

Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 30 du 29-7-1983.

⑦1

Déposant : NOVATOME, société anonyme. — FR.

⑦2

Invention de : Claude Malaval.

⑦3

Titulaire : *Idem* ⑦1

⑦4

Mandataire : Lucien Bouget, Creusot-Loire,
15, rue Pasquier, 75008 Paris.

L'invention concerne un dispositif de déflexion et de répartition du fluide d'échange secondaire en circulation dans un échangeur de chaleur.

Dans les réacteurs nucléaires à neutrons rapides refroidis par du sodium liquide on utilise des échangeurs de chaleur appelés "échangeurs intermédiaires", pour échauffer, à partir du sodium primaire qui vient en contact avec le coeur du réacteur pour refroidir les assemblages combustibles, le sodium secondaire qui est lui-même utilisé pour la vaporisation de l'eau alimentaire dans les générateurs de vapeur.

De tels échangeurs intermédiaires comportent une enveloppe externe cylindrique de grande hauteur disposée avec son axe vertical, par exemple à l'intérieur de la cuve du réacteur, dans le cas des réacteurs de type intégré.

A l'intérieur de l'enveloppe externe, est placé un faisceau tubulaire constitué par un ensemble de tubes verticaux à l'intérieur desquels circule le sodium secondaire.

A chacune de leurs extrémités, les tubes du faisceau sont fixés sur des plaques tubulaires horizontales à l'intérieur d'ouvertures traversant ces plaques sur toute leur épaisseur.

Les plaques tubulaires sont fixées à l'enveloppe externe de l'échangeur de chaleur par leur périphérie et reliées par leur partie centrale à une virole centrale, l'ensemble du faisceau annulaire et de la virole centrale étant disposé co-axialement par rapport à l'enveloppe, à l'intérieur de celle-ci.

Les plaques tubulaires et la virole centrale délimitent, à l'intérieur de l'enveloppe de l'échangeur de chaleur, une zone périphérique renfermant le faisceau dans laquelle le fluide primaire est amené à circuler en contact avec les parois externes des tubes du faisceau, des ouvertures étant ménagées à la partie supérieure et à la partie inférieure de l'enveloppe, pour l'entrée et pour la sortie du fluide primaire.

Entre la face inférieure de la plaque tubulaire inférieure et le fond bombé est ménagée une chambre inférieure prolongeant l'enveloppe cylindrique dans laquelle débouche la virole centrale, elle-même reliée à l'arrivée de sodium secondaire et dans laquelle le fluide secondaire est renvoyé à 180° par rapport à sa direction d'arrivée et réparti dans les tubes du faisceau, à l'intérieur desquels il circule de bas en haut.

Le sodium secondaire est donc généralement amené depuis la partie supérieure jusqu'à la partie inférieure de l'échangeur par la virole centrale, réparti entre les différents tubes du faisceau dans la chambre inférieure puis récupéré par une conduite de sortie à la partie supérieure de l'échangeur de chaleur.

Une telle disposition où l'entrée et la sortie du fluide secondaire dans l'échangeur se font à une même extrémité de celui-ci, en particulier à son extrémité supérieure, permet à la fois de réduire l'encombrement de l'échangeur de chaleur et de faciliter les opérations de démontage de cet échangeur de chaleur.

Cependant, cette disposition nécessite un renvoi à 180° du fluide secondaire à la partie inférieure de l'échangeur, dans la chambre inférieure limitée par le fond bombé dont la méridienne a généralement une forme en anse de panier.

D'autre part, le sodium secondaire doit être réparti entre les différents tubes constituant le faisceau, au niveau de la chambre inférieure.

Dans de tels dispositifs, on observe généralement une perte de charge relativement importante au niveau de la chambre inférieure due au renvoi à 180° de la veine de sodium liquide en écoulement.

On observe également des différences entre les débits de fluide secondaire envoyé dans les tubes périphériques du faisceau et les débits envoyés dans les tubes voisins de la partie centrale. Il est donc nécessaire de répartir le sodium primaire sur les tubes du faisceau disposés à la périphérie ou à la partie centrale de celui-ci, de façon à éviter des différences de température entre les différents flux de sodium liquide secondaire sortant des tubes du faisceau.

Il est souhaitable de diminuer la perte de charge dans le sodium secondaire en écoulement à l'intérieur de l'échangeur de chaleur et d'améliorer l'homogénéité de la répartition de ce sodium secondaire entre les différents tubes du faisceau.

On connaît des déflecteurs permettant de réduire la perte de charge d'un liquide en écoulement dans une enceinte et d'améliorer l'homogénéité de la répartition de ce liquide en circulation, à l'intérieur de canaux de circulation parallèles ménagés à l'intérieur de l'enceinte.

On a par exemple proposé de tels dispositifs déflecteurs pour améliorer la circulation du fluide primaire dans le cœur d'un réacteur à eau sous pression contenu à l'intérieur de la cuve du réacteur (brevets français 2.006.916 et 2.178.206).

. Cependant, de tels dispositifs sont d'une construction relativement complexe et coûteuse et ne sont pas adaptés au cas d'un échangeur de chaleur comportant une chambre inférieure de retournement de l'écoulement et de répartition du fluide.

5 On connaît aussi des dispositifs à tôles perforées, planes, cylindriques ou coniques qui permettent une meilleure homogénéisation dans le faisceau. Cependant ces dispositifs agissent par ajustement de la perte de charge unitaire ce qui se traduit par une perte de charge totale nettement augmentée.

10 En outre, dans le cas d'un échangeur de chaleur, il est souvent nécessaire de laisser un espace libre important à l'intérieur de la chambre inférieure pour permettre l'introduction par le tube central d'arrivée du fluide secondaire, d'un appareil de contrôle des tubes du faisceau ou d'obturation des tubes devenus défectueux au cours du fonctionnement de l'é-
15 changeur de chaleur. Les dispositifs déflecteurs classiques ou à tôle perforée ne permettent pas de préserver un espace libre important dans la chambre inférieure de l'échangeur de chaleur ou même d'avoir accès aux extrémités des tubes du faisceau.

 Le but de l'invention est donc de proposer un dispositif de dé-
20 flection et de répartition du fluide d'échange secondaire en circulation dans un échangeur de chaleur comportant une enveloppe externe de forme cylindrique à axe vertical prolongée par une chambre inférieure fermée par un fond bombé et un faisceau constitué par des tubes verticaux dans lesquels circule le fluide secondaire fixés, entre deux plaques tubulaires annulaires
25 horizontales ayant pour axe commun l'axe de l'enveloppe, fixées à l'enveloppe à leur périphérie et à une virole centrale co-axiale à l'enveloppe à leur partie interne, les plaques tubulaires et la virole centrale ménageant à l'intérieur de l'enveloppe une zone renfermant le faisceau dans laquelle circule le fluide primaire, en contact avec les parois externes des tubes et
30 une zone de circulation du fluide secondaire comportant la partie interne de la virole centrale débouchant dans la chambre inférieure à sa partie inférieure et reliée, à sa partie supérieure, à une conduite d'arrivée du fluide secondaire dans l'enveloppe et la chambre inférieure comprise entre la plaque tubulaire inférieure et le fond bombé dans laquelle le fluide secondaire est
35 renvoyé à 180° et réparti entre les tubes du faisceau, ce dispositif de déflexion et de répartition devant être simple, fiable, peu coûteux et peu encombrant pour permettre de préserver un espace libre important à l'intérieur de la chambre inférieure.

Dans ce but, ce dispositif est constitué par :

- une pièce centrale de forme tronconique fixée par sa grande base à la partie centrale de la surface interne du fond bombé, avec son axe confondu avec l'axe de l'enveloppe,
- 5 - et une couronne périphérique tronconique dont le diamètre de la petite base est supérieur au diamètre de la grande base de la pièce centrale, fixée sur la surface interne du fond bombé autour de la pièce centrale, le long de sa petite base, avec son axe confondu avec l'axe de l'enveloppe, la hauteur de la pièce centrale et de la couronne périphérique étant inférieures à 25 % de la hauteur de la chambre inférieure, c'est-à-dire de la distance verticale séparant le centre du fond bombé à la face inférieure de la plaque tubulaire inférieure.

Afin de bien faire comprendre l'invention, on va maintenant décrire, à titre d'exemple non limitatif, en se reportant aux figures jointes en annexe, un mode de réalisation d'un dispositif de déflexion et de répartition suivant l'invention disposé à l'intérieur de la chambre inférieure d'un échangeur de chaleur intermédiaire d'un réacteur nucléaire à neutrons rapide, de type intégré.

La figure 1 représente, dans une vue en coupe par un plan vertical, un échangeur de chaleur intermédiaire d'un réacteur nucléaire à neutrons rapides de type intégré refroidi par du sodium liquide.

La figure 2 représente le dispositif de déflexion et de répartition suivant l'invention associé à la chambre inférieure de l'échangeur de chaleur intermédiaire représenté à la figure 1.

Sur la figure 1, on voit un échangeur de chaleur intermédiaire disposé, à l'intérieur de la cuve d'un réacteur nucléaire à neutrons rapides de type intégré, en appui sur la dalle 1 fermant la cuve de ce réacteur.

Cet échangeur intermédiaire est constitué par une enveloppe 2 de grande longueur disposée avec son axe 3 vertical à l'intérieur d'une ouverture 4 ménagée dans la dalle 1.

L'enveloppe 2 est prolongée à sa partie inférieure par une chambre inférieure 6 fermée par un fond bombé 7.

L'enveloppe 2 renferme un faisceau tubulaire 8 constitué par des tubes verticaux fixés à leurs extrémités sur des plaques tubulaires 9 et 10, à l'intérieur d'ouvertures dont le diamètre correspond au diamètre des tubes, traversant les plaques tubulaires sur toute leur épaisseur.

Les extrémités du faisceau tubulaire sont donc en communication avec la chambre 6 d'une part et avec la partie supérieure de l'espace interne

de l'enveloppe 2 en communication avec la sortie de sodium 11 d'autre part.

Les plaques tubulaires 9 et 10 sont de forme annulaire, horizontales et centrées sur l'axe 3 de l'enveloppe 2. Elles sont fixées par soudage d'une part sur l'enveloppe 2, à leur périphérie, et d'autre part, sur
5 une virole centrale 12, à leur partie interne.

La virole 12 est reliée à sa partie supérieure à la conduite 14 d'arrivée du sodium secondaire dans l'échangeur de chaleur.

La virole 12 débouche à sa partie inférieure à l'intérieur de la chambre 6 constituant la partie inférieure de l'échangeur.

10 Le sodium secondaire circule donc de haut en bas dans la virole 12 avant de parvenir dans la chambre 6 où l'écoulement de sodium est renvoyé à 180° et réparti entre les tubes du faisceau 8 où il circule de bas en haut pour ressortir dans la partie supérieure de l'enveloppe 2, avant son évacuation par la conduite de sortie 11.

15 Les plaques tubulaires 9 et 10 et la virole centrale 12 ménagent dans l'enveloppe 2 une zone périphérique où est disposé le faisceau tubulaire 8.

A la partie supérieure de cette zone périphérique renfermant le faisceau est ménagée une fenêtre d'entrée 16 pour le sodium primaire, alors
20 qu'à la partie inférieure de cette zone périphérique est prévue une fenêtre de sortie 18 du sodium primaire.

En effet, l'échangeur intermédiaire plonge à l'intérieur du sodium primaire de façon que la zone périphérique renfermant le faisceau tubulaire soit entièrement immergée et le sodium primaire est mis en circulation
25 dans la cuve par des pompes immergées qui permettent une circulation du sodium à l'intérieur de l'enveloppe 2 de haut en bas dans la zone périphérique comprise entre les plaques tubulaires 9 et 10 et limitée vers l'intérieur par la virole 12.

Le sodium primaire chaud à son entrée dans l'enveloppe 2 est canalisé par une virole externe 19 et par une virole interne 20 entourant l'enveloppe 2 de l'échangeur de chaleur.
30

Le sodium primaire circule à l'intérieur de la zone périphérique de l'échangeur de chaleur, en contact avec la surface externe des tubes du faisceau 8 si bien que le sodium secondaire est échauffé par le sodium
35 primaire qui se refroidit au cours de son mouvement de haut en bas à l'intérieur de l'échangeur.

C'est donc du sodium primaire froid qui ressort par la fenêtre de sortie 18, alors que du sodium secondaire chaud est évacué par la conduite

de sortie 11 à la partie supérieure de l'échangeur de chaleur.

Les conduites 11 et 14 sont reliées au circuit de sodium secondaire sur lequel sont disposés le ou les générateurs de vapeur.

5 Sur la figure 2, on voit, à plus grande échelle, la chambre inférieure 6 de l'échangeur de chaleur fermée par le fond bombé 7 dont la méridienne est en forme d'anse de panier.

La chambre 6 est limitée à sa partie supérieure par la plaque tubulaire inférieure 10 traversée par les tubes 21 du faisceau 8.

10 La partie inférieure de la virole 12 débouche dans la chambre 6 si bien que le sodium liquide secondaire amené par cette virole 12 servant de conduite d'arrivée pénètre dans la chambre suivant un parcours vertical dirigé de haut en bas.

15 Sur la surface intérieure du fond bombé 7 est fixée par soudage le long de sa grande base, une pièce tronconique creuse 24 dont l'axe est confondu avec l'axe 3 de l'échangeur de chaleur.

La petite base formant la partie supérieure de cette pièce tronconique 24 comporte une ouverture 25 à sa partie centrale alors que des ouvertures 26 sont prévues dans la surface latérale de la pièce 24, à sa partie inférieure.

20 Le diamètre de la grande base et la hauteur de la pièce 24 sont sensiblement égaux au dixième du diamètre extérieur D du faisceau ou encore au cinquième de la hauteur H de la chambre 6. En effet le diamètre D est sensiblement égal à deux fois la hauteur H de la chambre 6 c'est-à-dire la distance verticale séparant le centre du fond bombé 7 de la surface inférieure de la plaque tubulaire 10.

25 Autour de la pièce centrale 24 est placée une couronne tronconique 28 fixée par soudage sur la surface interne du fond 7 par l'intermédiaire d'un ensemble de nervures 30 soudées sur sa surface latérale.

30 Cette couronne tronconique 28 a également pour axe l'axe 3 de l'échangeur de chaleur. Sa disposition est inversée par rapport à celle de la pièce tronconique 24, c'est-à-dire que sa petite base est placée à sa partie inférieure en contact avec la surface interne du fond 7.

35 Le diamètre de cette petite base est évidemment supérieur au diamètre de la grande base de la pièce 24 autour de laquelle est placée la couronne 28.

Le diamètre de la grande base de cette couronne 28 est sensiblement égal à la moitié du diamètre extérieur D du faisceau, c'est-à-dire sensiblement égal à la hauteur H de la chambre inférieure 6.

La hauteur de cette couronne 28 est sensiblement égale à la hauteur de la pièce 24 qui est elle-même voisine du cinquième de la hauteur H de la chambre inférieure 6.

Les angles au sommet des troncs-de-cône constituant les pièces 24 et 28 sont sensiblement égaux et ont une valeur voisine de 30° .

Des mesures effectuées sur un échangeur de chaleur équipé du dispositif de déflexion et de répartition tel que représenté à la figure 2 ont montré une diminution de la perte de charge due au retournement de l'écoulement du flux de sodium dans la chambre 6 de l'ordre de 17 % par rapport à une chambre inférieure ne comportant pas cet équipement.

La dispersion des débits mesurés à la sortie des différents tubes du faisceau qui atteint 17 % pour un dispositif dont la chambre inférieure ne comporte pas de dispositif de déflexion et de répartition est par ailleurs ramenée à une valeur de 11 % au maximum, lorsqu'on utilise un dispositif de déflexion et de répartition tel que représenté à la figure 2.

Les principaux avantages du dispositif suivant l'invention sont donc de diminuer sensiblement la perte de charge due au retournement du flux de sodium liquide dans la chambre inférieure et d'améliorer sensiblement l'homogénéité de la répartition du sodium dans les différents tubes du faisceau. Ces améliorations sont obtenues avec un dispositif extrêmement simple et très peu encombrant.

On a en effet obtenu des résultats extrêmement bons avec un dispositif dont la hauteur ne représente que 20 % de la hauteur H de la chambre inférieure.

Dans tous les cas on pourra limiter la hauteur totale du dispositif de déflexion et de répartition à 25 % de cette hauteur H de la chambre inférieure de l'échangeur de chaleur.

Un espace libre de grande dimension est donc sauvegardé à l'intérieur de cette chambre pour l'introduction de dispositifs de contrôle ou d'outils d'obturation des tubes défectueux dans le faisceau.

Un échangeur de chaleur de l'art antérieur peut en outre être équipé très facilement d'un dispositif de déflexion et de répartition suivant l'invention sans aucune modification de sa structure interne.

Il est bien évident que l'invention ne se limite pas au mode de réalisation qui vient d'être décrit mais qu'elle en comporte au contraire toutes les variantes.

C'est ainsi qu'on peut imaginer des dispositifs dont les dimensions par rapport aux dimensions de la chambre inférieure de l'échangeur de

chaleur soient différentes de celles qui ont été données dans l'exemple de réalisation.

La fixation de la couronne tronconique sur le fond bombé peut être réalisée par d'autres éléments que des nervures soudées.

5 La pièce centrale peut comporter des ouvertures pour l'introduction de sodium liquide et pour la vidange du sodium introduit dans cette pièce placées de manière différente de ce qui a été décrit. Cette pièce peut être réalisée également sous la forme d'une pièce pleine et non pas d'une pièce creuse.

10 Enfin, le dispositif suivant l'invention s'applique à tous les échangeurs de chaleur comportant un faisceau tubulaire, qu'ils soient à tubes droits ou à tubes enroulés, de forme annulaire, avec arrivée du fluide secondaire d'échange par la partie centrale de l'échangeur, dans une chambre placée en-dessous du faisceau.

REVENDICATIONS

1.- Dispositif de déflexion et de répartition du fluide d'échange secondaire en circulation dans un échangeur de chaleur comportant une enveloppe externe (2) de forme cylindrique à axe vertical prolongée par une chambre inférieure (6) fermée par un fond bombé (7) et un faisceau (8) constitué par des tubes (21) dans lesquels circule le fluide secondaire fixés entre deux plaques tubulaires (9-10) annulaires horizontales ayant pour axe commun l'axe (3) de l'enveloppe (2), fixées à l'enveloppe (2) à leur périphérie et à une virole centrale (12) coaxiale à l'enveloppe (2) à leur partie interne, les plaques tubulaires (9-10) et la virole centrale (12) ménageant, à l'intérieur de l'enveloppe (2), une zone renfermant le faisceau (8) dans laquelle circule le fluide primaire en contact avec les parois externes des tubes (21) et une zone de circulation du fluide secondaire comportant la partie interne de la virole centrale (12) débouchant dans la chambre inférieure (6) à sa partie inférieure et reliée, à sa partie supérieure, à une conduite (14) d'arrivée du fluide secondaire dans l'enveloppe (2) et la chambre inférieure (6) comprise entre la plaque tubulaire inférieure (10) et le fond bombé (7) dans laquelle le fluide secondaire est renvoyé à 180° et réparti entre les tubes (21) du faisceau (8),

caractérisé par le fait qu'il est constitué par :

- une pièce centrale (24) de forme tronconique fixée par sa grande base à la partie centrale de la surface intérieure du fond bombé (7) avec son axe confondu avec l'axe (3) de l'enveloppe (2)
- et une couronne périphérique (28) tronconique dont le diamètre de la petite base est supérieur au diamètre de la grande base de la pièce centrale (24) fixée sur la surface intérieure du fond bombé (7) autour de la pièce centrale (24), le long de sa petite base, avec son axe confondu avec l'axe (3) de l'enveloppe (2),

la hauteur de la pièce centrale (24) et de la couronne périphérique (28) étant inférieures à 25 % de la hauteur de la chambre inférieure (6) c'est-à-dire de la distance verticale séparant le centre du fond bombé (7) de la face inférieure de la plaque tubulaire inférieure (10).

2.- Dispositif de déflexion et de répartition suivant la revendication 1,

caractérisé par le fait que la pièce centrale (24) a une hauteur sensiblement égale au diamètre de sa grande base, cette valeur étant voisine du dixième du diamètre extérieur D du faisceau tubulaire (8).

3.- Dispositif de déflexion et de répartition suivant la reven-

dication 1,

caractérisé par le fait que la hauteur de la pièce centrale (24) est sensiblement égale à la hauteur de la couronne périphérique (28), cette valeur étant voisine du cinquième de la hauteur de la chambre inférieure (6) de l'échangeur de chaleur.

et

4.- Dispositif de déflexion/de répartition suivant l'une quelconque des revendications 1, 2 et 3,

caractérisé par le fait que le diamètre de la grande base de la couronne périphérique (28) a une valeur voisine de la moitié du diamètre extérieur du faisceau (8).

5.- Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 1, 2 et 3,

caractérisé par le fait que le diamètre de la grande base de la couronne périphérique (28) a une valeur voisine de la hauteur H de la chambre inférieure (6)

6.- Dispositif de déflexion et de répartition suivant l'une quelconque des revendications 1, 2, 3, 4 et 5,

caractérisé par le fait que les angles au sommet des troncs-de-cône constituant la pièce centrale (24) et la couronne périphérique (28) sont égaux et ont une valeur voisine de 30°.

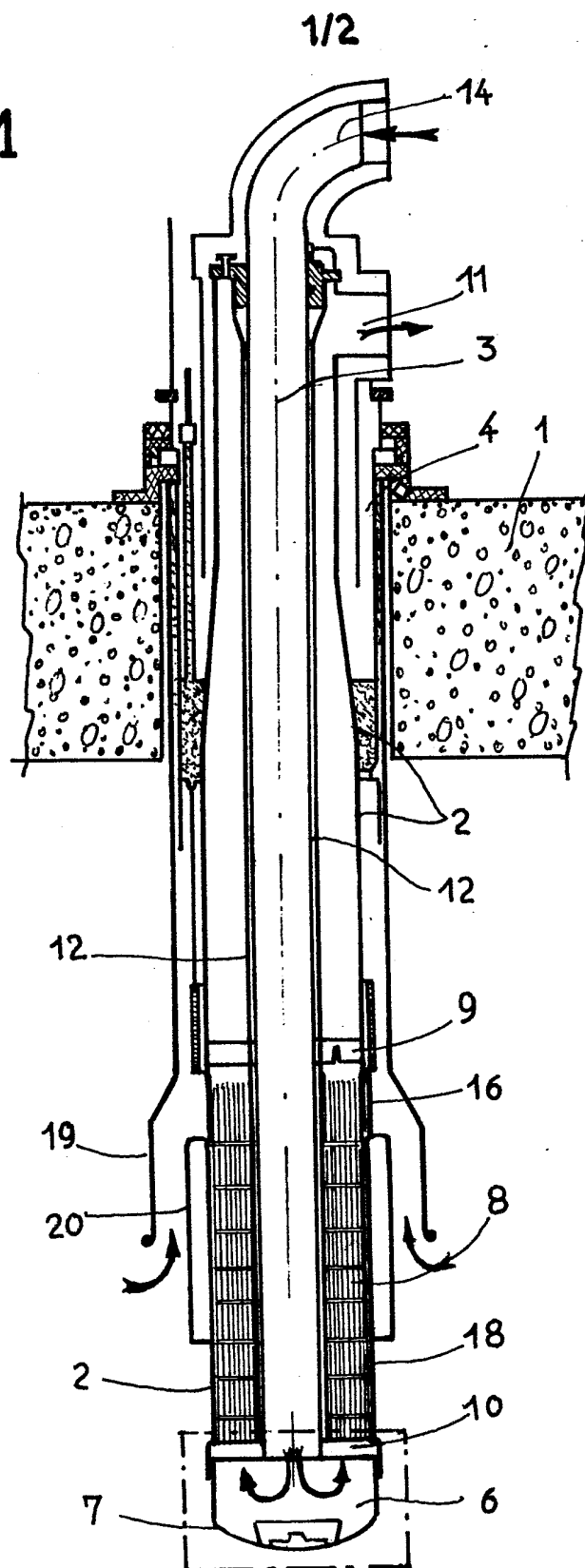
7.- Dispositif de déflexion et de répartition suivant l'une quelconque des revendications 1, 2, 3, 4, 5 et 6,

caractérisé par le fait que la pièce centrale (24) tronconique est creuse et comporte une ouverture (25) au centre de sa petite base et des ouvertures (26) à la partie inférieure de sa surface latérale, pour l'introduction et l'évacuation de fluide d'échange secondaire dans cette pièce creuse (24).

8.- Dispositif de déflexion et de répartition suivant l'une quelconque des revendications 1, 2, 3, 4, 5, 6 et 7,

caractérisé par le fait que la couronne périphérique (28) est fixée sur le fond bombé (7) par l'intermédiaire de nervures (30) verticales soudées sur sa surface latérale.

Fig 1



2/2

Fig 2

