

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: 81400280.4

(51) Int. Cl.³: **F 28 F 9/22**
F 28 D 7/00, F 22 B 1/06

(22) Date de dépôt: 23.02.81

(30) Priorité: 07.03.80 FR 8005172

(43) Date de publication de la demande:
23.09.81 Bulletin 81/38

(84) Etats contractants désignés:
DE GB IT

(71) Demandeur: **COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE**
Etablissement de Caractère Scientifique Technique et
Industriel
B.P. 510
F-75752 Paris Cedex 15(FR)

(72) Inventeur: **Mathieu, Bernard**
4bis, Avenue de la Violette
F-13100 Aix en Provence(FR)

(74) Mandataire: **Mongredien, André et al,**
c/o Brevatome 25, rue de Ponthieu
F-75008 Paris(FR)

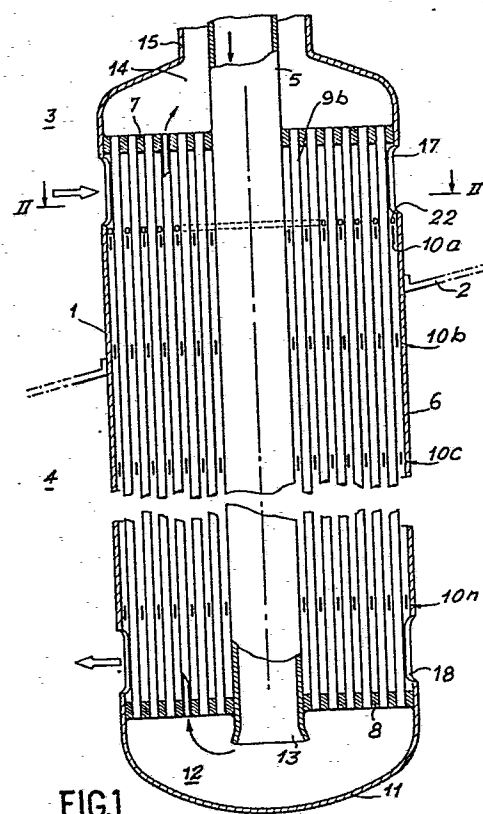
(54) **Echangeur intermédiaire pour réacteur nucléaire à neutrons rapides.**

(57) L'invention se rapporte à un échangeur intermédiaire comprenant un faisceau de tubes droits (9) entrecroisés par des ceintures antivibratoires (10) et disposés entre deux viroles coaxiales (5, 6).

Une plaque annulaire (22) formant chicane est disposée immédiatement en-dessous d'une fenêtre d'entrée (17) formée dans la virole externe (6) et n'occupe qu'une partie de l'espace défini entre les viroles (5, 6), des orifices (26, 26', 29) étant ménagés dans la plaque (22) pour le passage des tubes (9) et la circulation d'une partie du fluide primaire.

Application aux réacteurs nucléaires à neutrons rapides.

./...



La présente invention se rapporte aux réacteurs nucléaires à neutrons rapides, dans lesquels le refroidissement du coeur est assuré par circulation continue d'un métal liquide, habituellement du sodium, contenu à
5 l'intérieur d'une cuve principale où est immergé le coeur, les calories acquises par le métal liquide à la traversée de ce dernier au contact des assemblages étant transférées à un fluide secondaire, également du sodium, parcourant intérieurement les tubes d'un échangeur inter-
10 médiaire plongeant dans la cuve, le métal liquide de refroidissement du coeur jouant le rôle de fluide primaire circulant à l'extérieur de ces tubes, en relation d'échange thermique avec le fluide secondaire. De façon connue, le fluide secondaire qui est ainsi échauffé, est
15 ensuite renvoyé à l'extérieur de la cuve du réacteur vers un générateur apte à fournir de la vapeur d'eau sous pression directement détendue dans une installation de production d'électricité.

La présente invention se rapporte plus particulièrement à un aménagement de la structure interne d'un
20 tel échangeur intermédiaire, comportant, de façon connue, une virole interne cylindrique à axe vertical, une virole externe coaxiale à la virole interne, deux plaques à tubes annulaires horizontales disposées au voisinage des
25 extrémités supérieure et inférieure desdites viroles, un faisceau de tubes droits s'étendant entre les plaques à tubes selon des nappes cylindriques coaxiales aux viroles, ces nappes étant entretoisées mutuellement par des ceintures transversales antivibratoires formées de bandes
30 horizontales portant des éléments cylindriques logés entre les tubes des nappes et en contact avec ceux-ci, des collecteurs d'admission et d'évacuation du fluide secondaire circulant à l'intérieur des tubes étant respectivement prévus sous la plaque inférieure et au-dessus de
35 la plaque supérieure, la virole interne formant conduit

d'amenée du fluide secondaire au collecteur d'admission tandis que la virole externe est prolongée vers le haut par un conduit de sortie du même fluide secondaire recueilli dans le collecteur d'évacuation après passage
5 dans les tubes, et au moins une fenêtre d'entrée et au moins une fenêtre de sortie prévues dans la virole externe pour l'admission et l'évacuation, au voisinage des plaques à tubes, d'un fluide primaire échangeant des calories avec le fluide secondaire à travers la paroi des
10 tubes.

Dans une structure classique de ce genre, le fluide primaire pénètre donc transversalement dans l'échangeur par la fenêtre d'entrée, en se répandant dans l'espace compris entre les viroles externe et interne,
15 afin de circuler après un premier changement de direction sensiblement à 90° au contact des tubes du faisceau, l'écoulement s'effectuant sur la majeure partie de la longueur de ces tubes à contre-courant du fluide secondaire, le fluide primaire subissant un second changement
20 de direction à nouveau de 90° pour s'évacuer hors de l'échangeur par la fenêtre de sortie.

On conçoit dès lors aisément que, par suite de ce double changement de direction, on puisse constater un écart notable des températures du fluide secondaire à la
25 sortie des tubes du faisceau dans le collecteur d'évacuation, les nappes cylindriques de tubes disposées au plus près de la virole interne laissant sortir un fluide secondaire plus froid que les nappes proches de la virole externe. Il en résulte une dilatation différentielle im-
30 portante entre les viroles interne et externe, ce qui engendre des contraintes mécaniques élevées qui sont préjudiciables à la bonne tenue de l'échangeur.

La présente invention a pour objet un échangeur de chaleur dans lequel on obtient une bonne répartition
35 radiale de la circulation du fluide primaire, grâce à l'amélioration de l'alimentation de l'échangeur en fluide primaire.

De façon plus précise, l'invention concerne un échangeur intermédiaire comportant une virole interne cylindrique à axe vertical, une virole externe coaxiale à la virole interne, deux plaques à tubes annulaires horizontales disposées au voisinage des extrémités supérieure et inférieure desdites viroles, un faisceau de tubes droits s'étendant entre les plaques à tubes selon des nappes cylindriques coaxiales aux viroles, ces nappes étant entretoisées mutuellement par des ceintures transversales antivibratoires formées de bandes horizontales portant des éléments cylindriques logés entre les tubes des nappes et en contact avec ceux-ci, des collecteurs d'admission et d'évacuation d'un fluide secondaire circulant à l'intérieur des tubes étant respectivement prévus sous la plaque inférieure et au-dessus de la plaque supérieure, la virole interne formant conduit d'amenée du fluide secondaire au collecteur d'admission, tandis que la virole externe est prolongée vers le haut par un conduit de sortie du même fluide secondaire recueilli dans le collecteur d'évacuation après passage dans les tubes, au moins une fenêtre d'entrée et au moins une fenêtre de sortie prévues dans la virole externe pour l'admission et l'évacuation, au voisinage des plaques à tubes, d'un fluide primaire échangeant des calories avec le fluide secondaire à travers la paroi des tubes, caractérisé en ce que ledit échangeur comprend une plaque horizontale annulaire formant chicane disposée immédiatement en-dessous de ladite fenêtre d'entrée, et n'occupant qu'une partie de la section horizontale de l'espace limité par lesdites viroles interne et externe, ladite plaque étant munie d'une pluralité d'orifices destinés, d'une part, au passage des tubes du faisceau et, d'autre part, à la circulation d'une partie du fluide primaire.

Selon une première variante, lesdits orifices sont disposés exclusivement autour des tubes et ont un diamètre nettement supérieur au diamètre externe des tu-

bes, de telle sorte qu'ils assurent simultanément les deux fonctions décrites ci-dessus, à savoir le passage des tubes et la circulation d'une partie du fluide primaire.

5 Selon une deuxième variante, la plaque comprend une première série d'orifices destinés au passage des tubes, de diamètre légèrement supérieur au diamètre externe des tubes et une deuxième série d'orifices disposés entre les orifices de passage des tubes et destinés à la circulation d'une partie du fluide primaire.

10 Le diamètre des orifices dans la première variante et l'espacement et le diamètre de la deuxième série d'orifices dans la deuxième variante peuvent être variables selon une direction radiale de l'échangeur, et ils sont déterminés en fonction de la perte de charge que l'on désire créer au moyen de la plaque annulaire.

15 Dans l'une et l'autre de ces deux variantes, la fixation de la plaque formant chicane peut être effectuée selon l'un quelconque des deux modes de réalisation suivants.

20 Selon un premier mode de réalisation, l'échangeur se caractérise en ce que ladite plaque est fixée sur l'une desdites ceintures antivibratoires.

25 Selon un deuxième mode de réalisation, l'échangeur se caractérise en ce que ladite plaque est fixée sur des pièces radiales de support solidaires de tirants disposés suivant une nappe cylindrique coaxiale aux viroles.

30 De toute façon, l'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit de plusieurs variantes et modes de réalisation de l'invention, donnés à titre d'exemples non limitatifs. La description se réfère aux figures annexées sur lesquelles on a représenté :

35 - sur la figure 1, une vue en coupe verticale d'un échangeur de chaleur comportant le système de répartition selon une première variante et un premier mode de réalisation ;

- sur la figure 2, une vue partielle en coupe selon le plan II-II de la figure 1, montrant une première variante de réalisation de l'échangeur,

- sur la figure 3, une vue partielle en coupe selon le plan II-II de la figure 1, montrant une deuxième variante de réalisation de l'échangeur, et

- sur la figure 4, une vue partielle en coupe verticale de la figure 1, mais montrant un second mode de réalisation du positionnement de la chicane.

10 Sur la figure 1, la référence 1 désigne dans son ensemble, un échangeur intermédiaire selon l'invention, destiné à être monté à l'intérieur d'une cuve (non représentée) d'un réacteur nucléaire à neutrons rapides, comportant notamment un redan transversal 2 traversé par
15 le corps de l'échangeur. Ce redan délimite à l'intérieur de la cuve, deux régions, respectivement 3 et 4, la région 3 recevant le métal liquide de refroidissement sortant du coeur du réacteur, donc ayant acquis des calories au contact des assemblages, ce sodium, après traversée de
20 l'échangeur intermédiaire 1, étant recueilli sous le redan 2 dans la région 4, à une température nettement inférieure, par suite de l'échange thermique réalisé dans l'échangeur avec un fluide secondaire. De préférence, les fluides primaire et secondaire sont constitués par du sodium liquide.
25

L'échangeur 1 se compose principalement d'une virole interne cylindrique 5, à axe vertical, et d'une enveloppe externe également cylindrique 6, coaxiale à la première, ces deux viroles étant réunies, respectivement
30 au voisinage de leurs extrémités supérieure et inférieure, par deux plaques à tubes horizontales 7 et 8. Entre ces plaques 7 et 8, s'étendent les tubes 9 d'un faisceau de tubes droits, à l'intérieur desquels circule le fluide secondaire échangeant des calories avec le fluide primaire, lui-même s'écoulant dans l'échangeur à l'extérieur
35 des tubes 9. Dans le faisceau, les tubes 9 sont disposés

en nappes cylindriques, coaxiales aux viroles. Les tubes 9 sont maintenus tout le long du faisceau par des ceintures transversales 10 antivibratoires 10a à 10n placées à intervalles réguliers. On peut voir le détail de l'une de ces ceintures sur la vue partielle de la figure 2. A son extrémité inférieure, l'échangeur comporte un fond 11 qui délimite avec la plaque tubulaire 8 un collecteur d'admission 12 pour le fluide secondaire, amené dans l'échangeur par l'intérieur de la virole interne 5, cette dernière comportant une extrémité inférieure ouverte 13. Le fluide secondaire ainsi admis à l'intérieur du collecteur 12 s'écoule dans les tubes 9 du faisceau et il est finalement recueilli dans un collecteur supérieur 14 délimité entre la virole interne 5 et un prolongement 15 de la virole externe 6.

Le fluide primaire chaud dans la région 3 pénètre à l'intérieur de l'échangeur intermédiaire par au moins une fenêtre d'entrée 17 formée dans la virole externe 6. Ce fluide primaire s'écoule alors de haut en bas au contact des tubes 9 du faisceau sur la majeure partie de la longueur de ces derniers, à contre-courant du fluide secondaire qui passe à l'intérieur de ces mêmes tubes du bas vers le haut. A la sortie de l'échangeur, le fluide primaire s'écoule hors de la virole externe 6 par au moins une fenêtre de sortie 18.

Comme on le voit sur la figure 2, chaque ceinture transversale antivibratoire 10 est constituée par des bandes horizontales concentriques 19 sur lesquelles sont soudés des éléments de tubes creux 20.

Comme on l'a déjà indiqué, l'invention consiste à disposer à la partie supérieure de l'échangeur de chaleur une plaque 22 formant chicane n'occupant qu'une partie de largeur e de l'espace annulaire compris entre l'enveloppe externe 6 et la virole interne 5, cette plaque étant délimitée vers l'axe de l'échangeur par un rebord interne circulaire 24.

Selon une première variante de réalisation représentée sur la figure 2, la plaque 22 est percée d'orifices circulaires 26 pour permettre le passage des tubes 9, ces orifices étant d'un diamètre tel qu'un espace 28 est ménagé entre la paroi externe des tubes 9 et le bord de l'orifice 26, afin de permettre le passage d'une partie du débit de sodium primaire pénétrant dans l'échangeur par la fenêtre d'entrée 17. La distribution radiale de l'écoulement du fluide primaire peut être réglée en faisant varier le diamètre des orifices 26. En revanche, les tubes occupant une position centrale qui sont référencés 9b ne traversent pas la plaque 22.

Selon une deuxième variante de réalisation représentée sur la figure 3, la plaque 22 comprend deux séries d'orifices. Une première série d'orifices 26' est destinée, comme les orifices 26 dans la première variante, à permettre le passage des tubes 9. Cependant, à la différence de la première variante, et aux jeux de montage près, ces orifices 26' ne laissent pratiquement pas d'espace entre leur bord et le tube 9 correspondant. Une deuxième série d'orifices 29, dont on peut choisir à volonté, indépendamment de la disposition des tubes, l'espacement et le diamètre, permet d'obtenir la valeur de perte de charge désirée.

Pour chacune des deux variantes ci-dessus, la fixation de la plaque formant chicane peut être effectuée selon l'un quelconque des deux modes de réalisation suivants.

Selon le premier mode de réalisation représenté sur la figure 1, la plaque 22 formant chicane est fixée sur la ceinture antivibratoire 10a, de telle manière que cette plaque 22 soit disposée immédiatement en-dessous de la fenêtre d'entrée 17.

Selon un deuxième mode de réalisation représenté sur la figure 4, la plaque formant chicane 22 est toujours disposée immédiatement en-dessous de la fenêtre

d'entrée supérieure 17, mais cette plaque est fixée directement sur plusieurs pièces de support 30 radiales solidaires de tirants 31 disposés coaxialement autour de la virole interne 5.

- 5 Dans les deux modes de réalisation décrits, une ceinture antivibratoire 10'a peut être disposée en regard de la fenêtre d'entrée 17.

- 10 La présence de la plaque formant chicane disposée immédiatement en-dessous de la fenêtre d'entrée, tout en assurant une bonne homogénéisation des débits de sodium dans la partie courante des tubes d'échange, présente deux avantages supplémentaires. On uniformise la répartition des vitesses au niveau de la fenêtre d'entrée, et on diminue ainsi les risques de mise en vibrations des tubes. En outre, la meilleure alimentation en sodium primaire de la zone interne située en-dessous de la plaque tubulaire supérieure homogénise plus rapidement la température de cette plaque lors de certains régimes transitoires tels qu'un arrêt d'urgence par exemple.
- 15

REVENDICATIONS

1. Echangeur intermédiaire comportant une virole interne cylindrique (5) à axe vertical, une virole externe (6) coaxiale à la virole interne (5), deux plaques à tubes annulaires horizontales (7, 8) disposées au voisinage des extrémités supérieure et inférieure desdites viroles, un faisceau de tubes droits (9) s'étendant entre les plaques à tubes selon des nappes cylindriques coaxiales aux viroles, ces nappes étant entretoisées mutuellement par des ceintures transversales antivibratoires (10) formées de bandes horizontales (19) portant des éléments cylindriques (20) logés entre les tubes (9) des nappes et en contact avec ceux-ci, des collecteurs d'admission (12) et d'évacuation (14) d'un fluide secondaire circulant à l'intérieur des tubes (9) étant respectivement prévus sous la plaque inférieure (8) et au-dessus de la plaque supérieure (7), la virole interne formant conduit d'amenée du fluide secondaire au collecteur d'admission tandis que la virole externe (6) est prolongée vers le haut par un conduit de sortie (15) du même fluide secondaire recueilli dans le collecteur d'évacuation après passage dans les tubes, au moins une fenêtre d'entrée (17) et au moins une fenêtre de sortie (18) prévues dans la virole externe (6) pour l'admission et l'évacuation, au voisinage des plaques à tubes, d'un fluide primaire échangeant des calories avec le fluide secondaire à travers la paroi des tubes (9), caractérisé en ce que ledit échangeur comprend une plaque horizontale annulaire (22) formant chicane disposée immédiatement en-dessous de ladite fenêtre d'entrée (17), et n'occupant qu'une partie de la section horizontale de l'espace limité par lesdites viroles interne (5) et externe (6), ladite plaque (22) étant munie d'une pluralité d'orifices (26, 26', 29) destinés, d'une part, au passage des tubes (9) du faisceau et, d'autre part, à la circulation d'une partie du fluide primaire.

2. Echangeur selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdits orifices (26) sont disposés exclusivement autour des tubes (9) et ont un diamètre nettement supérieur au diamètre externe des tubes (9).

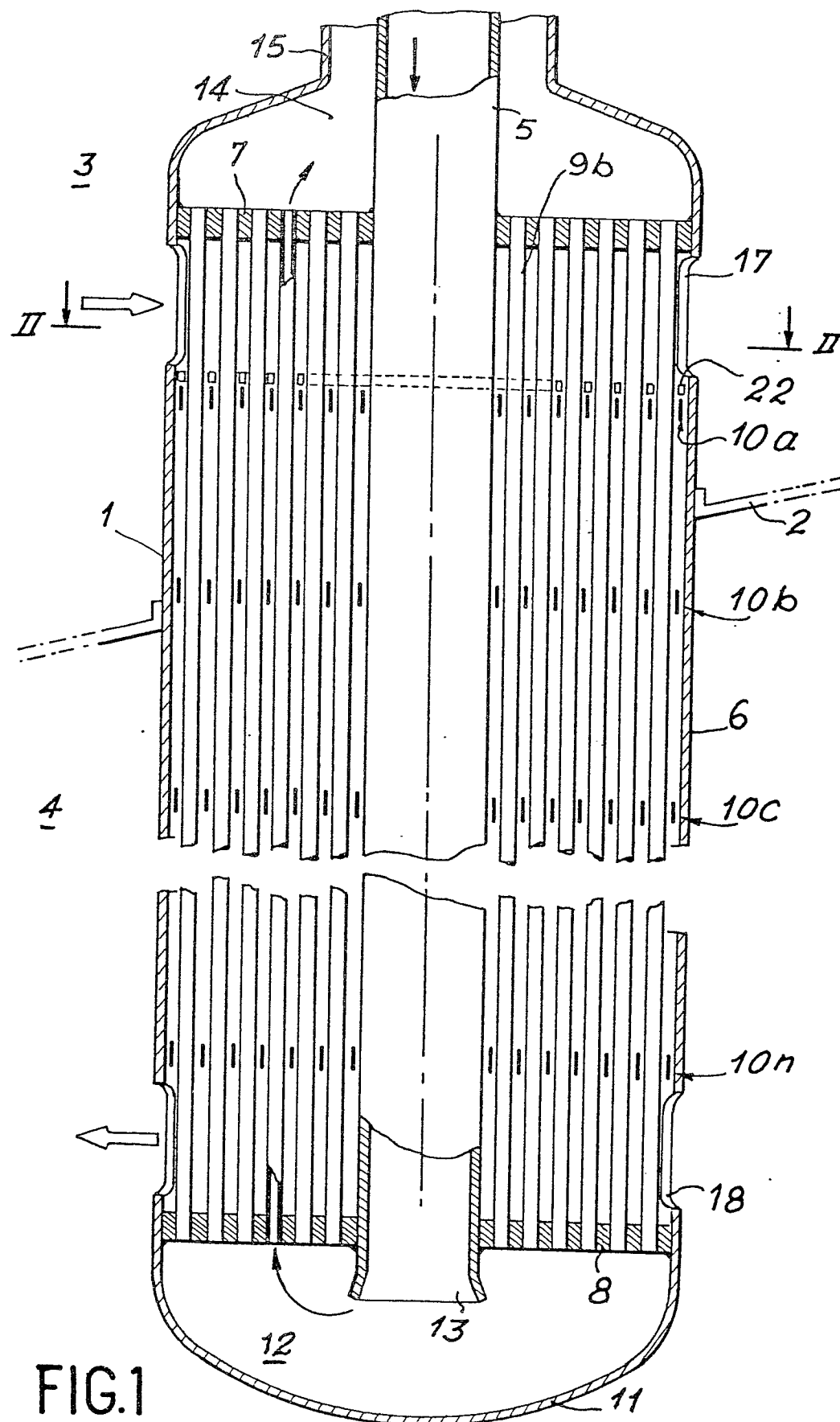
5 3. Echangeur selon la revendication 2, caractérisé en ce que le diamètre des orifices (26) est variable selon une direction radiale de l'échangeur.

4. Echangeur selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite plaque (22) comprend une première
10 série d'orifices (26') disposés autour des tubes (9) et ayant un diamètre légèrement supérieur au diamètre externe des tubes (9) et une deuxième série d'orifices (29) disposés entre les orifices (26') de la première série.

5. Echangeur selon la revendication 4, caracté-
15 risé en ce que l'espacement et le diamètre des orifices (29) de la deuxième série sont variables selon une direction radiale de l'échangeur.

6. Echangeur selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que ladite plaque (22)
20 est fixée sur l'une desdites ceintures transversales (10a).

7. Echangeur selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que ladite plaque (22) est fixée sur plusieurs pièces radiales de support (30)
25 solidaires de tirants (31) disposés suivant une couronne coaxiale aux viroles (5, 6).



2 / 2

FIG. 2

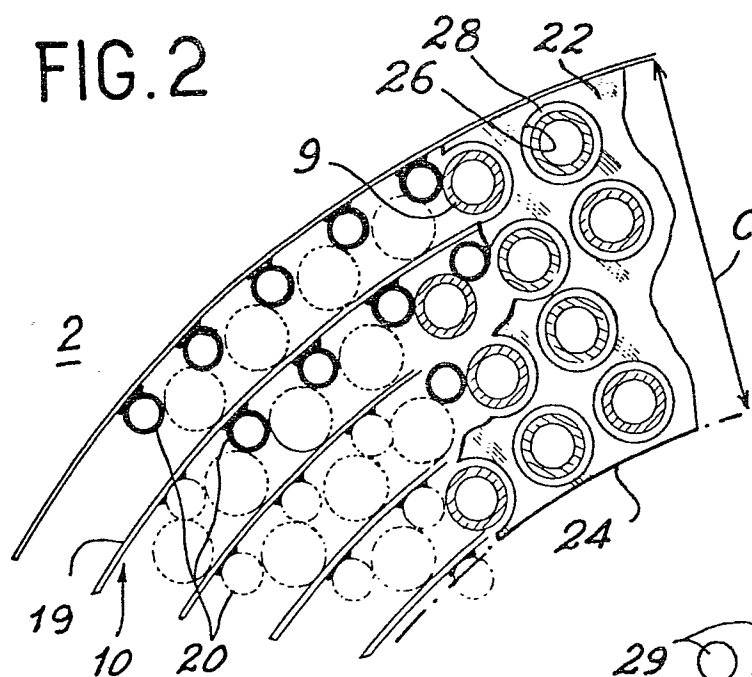


FIG. 3

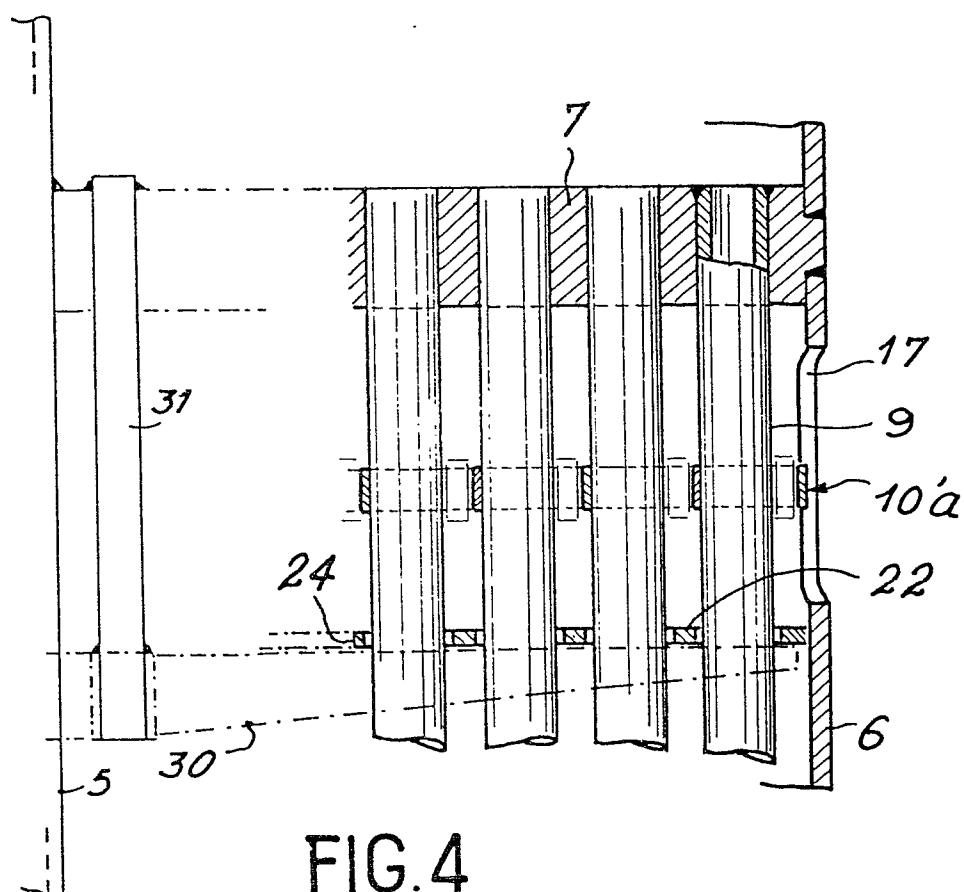
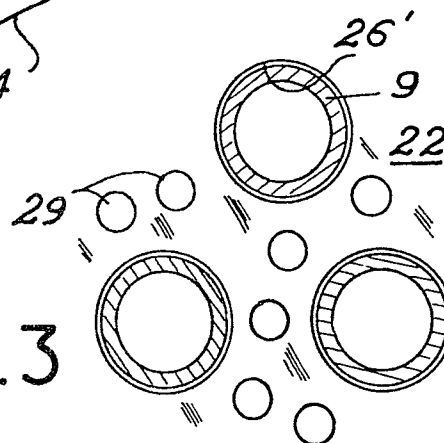


FIG. 4



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

EP 81 40 0280
0036347

Numéro de la demande

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. ³)
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	
	<u>EP - A - 0 006 795 (ATOMIQUE)</u> * Page 4, ligne 4 - page 5, ligne 36 et page 6, ligne 20 - page 7, ligne 12; figures 1-3, 6 *	1,5	F 28 F 9/22 F 28 D 7/00 F 22 B 1/06
	--		
	<u>FR - A - 2 003 749 (DEGGENDORFLER)</u> * Page 3, ligne 35 - page 5, ligne 19; figures 3,4 *	2,4	
	--		
	<u>GB - A - 465 750 (SERCK)</u> * Page 2, lignes 65-111; figure 1 *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. ³) F 28 F F 28 D F 22 B
	--		
A	<u>DE - A - 2 100 664 (BATTELLE)</u>	1	
A	<u>US - A - 2 060 078 (HOBBS)</u>	1	
A	<u>DE - C - 908 028 (BRUNNERT)</u>	1	

			CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES
			X: particulièrement pertinent A: arrière-plan technologique O: divulgation non-écrite P: document intercalaire T: théorie ou principe à la base de l'invention E: demande faisant interférence D: document cité dans la demande L: document cité pour d'autres raisons
			&: membre de la même famille, document correspondant
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 22-06-1981	Examineur JOHANSSON