

⑫

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

⑳ Numéro de dépôt: **88402403.5**

⑤① Int. Cl.4: **F 28 C 3/06**  
**F 28 F 25/06**

㉔ Date de dépôt: **23.09.88**

③① Priorité: **25.09.87 FR 8713296**

④③ Date de publication de la demande:  
**29.03.89 Bulletin 89/13**

⑧④ Etats contractants désignés:  
**BE CH DE ES GB LI**

⑦① Demandeur: **FRAMATOME**  
**Tour Fiat 1 place de la Coupole**  
**F-92400 Courbevoie (FR)**

⑦② Inventeur: **Sundheimer, Patrick**  
**20 rue de Bourgogne**  
**F-94100 Saint Maur des Fossés (FR)**

**Pascal, Yves**  
**120, rue Salvador Allendé**  
**F-92000 Nanterre (FR)**

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

⑤④ **Distributeur de fluide dans un réservoir sous pression empêchant une stratification thermique.**

⑤⑦ Dispositif évitant une stratification thermique dans une tuyauterie d'alimentation.

Une eau froide introduite à faible débit dans une canalisation emplies d'eau chaude circule dans le fond de celle-ci et s'accumule à son extrémité. Elle est évacuée uniquement à l'extrémité du distributeur où sa charge est plus importante. L'eau chaude non miscible se maintient ailleurs et des contraintes thermiques élevées apparaissent sur le distributeur à l'interface entre les deux couches. Selon l'invention, les tubes distributeurs (2) ou la canalisation elle-même (1) sont munis d'entailles (6 et 9) favorisant l'écoulement notamment en amont.

Application aux générateurs de vapeur des centrales nucléaires.

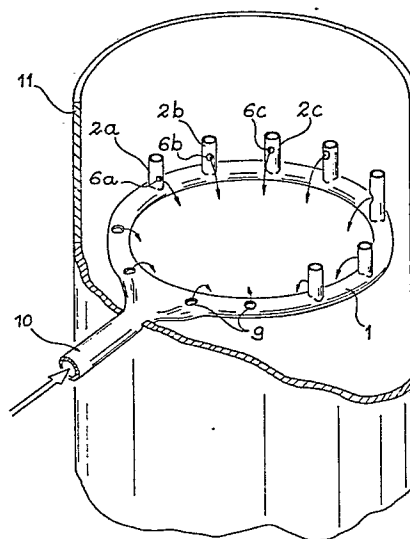


FIG. 3

## Description

**DISTRIBUTEUR DE FLUIDE DANS UN RESERVOIR SOUS PRESSION EMPECHANT UNE STRATIFICATION THERMIQUE**

La présente invention concerne un distributeur de fluide dans un réservoir sous pression, empêchant une stratification thermique dans ce distributeur entre deux couches de fluides non miscibles à des températures différentes. Elle peut notamment s'appliquer au dispositif d'alimentation en eau de générateurs de vapeur de centrales nucléaires.

L'eau constituant le fluide secondaire des échangeurs de chaleur de centrales nucléaires est vaporisée dans un générateur de vapeur dont la paroi est percée par un tuyau d'alimentation en eau. Ce tuyau est terminé par un distributeur torique horizontal longeant intérieurement la paroi cylindrique du générateur de vapeur. L'intérieur du générateur de vapeur et l'intérieur du tore communiquent à l'aide de tubes de distribution traversant la paroi de ce dernier et plantés sur sa génératrice supérieure. Assez fréquemment ces tubes sont en forme de crosse, c'est-à-dire que leur extrémité extérieure au tore est terminée par un arc de cercle orienté radialement par rapport au tore. Selon le cas, l'autre extrémité des tubes pénètre à l'intérieur du tore, éventuellement jusqu'au milieu de sa section environ, ou affleure simplement à la surface intérieure de sa paroi. Cette dernière construction est en particulier obligatoire si le tore est complété par un tronçon tubulaire de liaison que l'on emmanche dans le tuyau d'alimentation au montage.

De tels distributeurs répondent à plusieurs exigences : favoriser un écoulement uniforme d'eau dans le générateur de vapeur, faire subir à l'eau d'alimentation des pertes de charge limitant la violence de son écoulement, et surtout, en cas d'abaissement du niveau du liquide dans le générateur de vapeur, éviter le dénoyage des tuyaux qui conduirait ensuite à la création d'un coup de bélier.

Une telle disposition évite ce phénomène, mais n'empêche par contre pas l'apparition possible d'une stratification thermique dans certaines circonstances exceptionnelles de fonctionnement du générateur de vapeur.

En régime transitoire ou accidentel, on peut en effet être amené à alimenter le générateur de vapeur par de l'eau froide à très faible débit. On constate alors que cette eau, de densité plus élevée que l'eau chaude qui s'écoulait auparavant dans le distributeur, ne se mélange pas à celle-ci et circule dans le fond du tuyau d'alimentation et du tore. L'eau chaude restant au sommet de la tuyauterie d'eau d'alimentation et du tore est renouvelée à la suite de courants de convection avec l'eau chaude à l'extérieur du tore ; elle demeure donc à température élevée. Cette eau chaude n'est évacuée qu'à la partie du tore diamétralement opposée au tuyau d'alimentation, où les deux courants d'eau froide se rejoignent, ce qui augmente leur pression. Le niveau de l'eau froide s'élève localement (à l'opposé de l'entrée) dans le tore jusqu'à atteindre et remplir les tubes de distribution situés à cet endroit, et l'eau froide finit ainsi par passer dans le générateur de

vapeur. Mais ce phénomène reste local ; partout ailleurs une interface subsiste entre les deux couches d'eau superposées. Cette interface correspond à un palier thermique qui peut dépasser 100°C dans cette eau sous pression. Les parois du tore et du tuyau d'alimentation sont donc soumises à des concentrations de contraintes très élevées à ces endroits, d'autant plus dangereuses qu'elles travaillent en fatigue. Des ruptures ont été constatées notamment à l'endroit où le tuyau d'alimentation traverse l'enveloppe du générateur de vapeur et est soudé à celle-ci : le métal y est déjà sujet à des contraintes internes et a moins de latitude pour se déformer.

L'invention élimine ces inconvénients et consiste à favoriser l'écoulement de l'eau hors du tore de distribution dans les zones les plus proches du tuyau d'alimentation où l'eau chaude est susceptible de s'accumuler. Dans ces régimes où le débit d'eau froide qui alimente le tore est faible, l'invention permet de limiter les pertes de charge produites par la traversée des tubes de distribution principalement dans les zones où l'eau chaude tend à s'accumuler. On obtient ainsi un écoulement beaucoup plus équilibré dans les différents tubes et la perspective d'évacuer finalement l'eau chaude en totalité. Il est évident que l'invention ne s'applique pas uniquement à un dispositif de distribution comprenant un tuyau d'alimentation unique raccordé à un tore, mais qu'elle peut au contraire s'appliquer à tout dispositif équivalent comprenant une canalisation sensiblement horizontale dans le générateur de vapeur munie de tubes de distribution la traversant par sa génératrice supérieure.

Plus précisément l'invention concerne un distributeur de fluide dans un réservoir sous pression comprenant un tuyau d'alimentation du fluide pénétrant dans le réservoir et terminé par une partie distributrice tubulaire sensiblement horizontale communiquant avec l'intérieur du réservoir par des tubes traversant sa génératrice supérieure, caractérisé en ce que les tubes ont une paroi entaillée hors de la partie distributrice.

L'invention peut être réalisée sous deux aspects principaux : la paroi des tubes peut être entaillée par des perçages, ou bien, si ces tubes sont en crosse, l'intrados de celle-ci peut être entaillé.

Dans un type de réalisation important de l'invention, les entailles des tubes sont à altitude croissante en s'éloignant de la tubulure d'eau alimentaire.

L'invention peut enfin être mise en oeuvre si la partie distributrice est munie de perçages ou d'entailles à sa génératrice supérieure entre les tubes et le tuyau d'alimentation.

On va maintenant décrire plus concrètement l'invention à l'aide des figures annexées dont l'énumération suit, et qui sont données à titre illustratif et nullement limitatif :

- les figures 1 et 1a représentent une réalisation possible de l'invention,

- la figure 2 représente une autre réalisation possible de l'invention, et
- la figure 3 représente une vue plus générale montrant la mise en oeuvre de l'invention sur un tore d'alimentation complet.

Les figures 1 et 1a représentent tout d'abord une canalisation 1 vue en section, qui peut être de forme torique et qui se trouve à l'intérieur d'un générateur de vapeur, dont l'enveloppe est traversée par un tuyau d'alimentation qui alimente la canalisation 1 en eau. La canalisation 1 est horizontale et munie de tubes distributeurs 2 dont un seul est représenté ici, généralement verticaux et traversant la paroi de la canalisation 1 à sa génératrice supérieure. Une partie de l'eau s'écoulant dans la canalisation 1 passe donc dans le tube distributeur 2 pour aboutir à l'intérieur du générateur de vapeur. Le tube distributeur 2 représenté ici peut être décomposé en trois parties : une partie médiane 3 rectiligne, soudée à la canalisation 1 et traversant celle-ci, affleurant à une première extrémité sur la surface interne 1i de la paroi de la canalisation 1 et s'étendant hors de sa surface externe 1e dans l'intérieur du générateur de vapeur ; une première partie extrême 4 reliée à la première extrémité de la partie médiane 3 qu'elle prolonge en s'étendant dans la canalisation 1 ; et une seconde partie extrême 5 reliée à l'autre extrémité de la partie médiane 3, située donc à l'extérieur de la canalisation 1 et en forme de demi-cercle ou de crosse orienté radialement par rapport à la canalisation 1.

La première partie extrême 4 est terminée en biseau comme on le voit mieux sur la figure 1a qui est une vue de côté de la figure 1. Le sens d'écoulement de l'eau dans la canalisation 1 est indiqué par la flèche Ec ; on voit que la disposition en biseau permet d'introduire une partie des filets d'eau dans le tube de distribution 2 et de favoriser ainsi l'écoulement par celui-ci. Dans la réalisation représentée, la partie supérieure du biseau, orientée en amont de l'écoulement Ec, est environ aux trois quarts de la hauteur de la canalisation 1 et la partie inférieure du biseau, en aval de l'écoulement Ec, est environ au quart de cette hauteur.

Il est clair que les tubes de distribution peuvent être construits de bien des manières différentes. On peut en particulier modifier largement leurs proportions, surtout en ce qui concerne les parties extrêmes 4 et 5 qui ne sont pas obligatoires et que l'on peut donc omettre entièrement.

Selon ce mode de réalisation de l'invention, le tube de distribution 2 est entaillé à l'extérieur de la canalisation 1 par un ou plusieurs perçages. Ici deux perçages ont été exécutés, un perçage inférieur 6 sur la partie médiane 3 et un perçage supérieur 7 sur la seconde partie extrême ou crosse 5. Le nombre et la disposition de ces perçages peuvent être variés, et leur disposition angulaire sur la circonférence du tube de distribution 2 est indifférente.

Le fonctionnement du distributeur à l'aide de tels tubes de distribution 2 va maintenant être décrit. Au cours du fonctionnement normal du générateur de vapeur, de l'eau chaude circule à gros débit dans la canalisation 1. Une partie passe dans chacun des tubes de distribution 2 selon la flèche E1 ; la charge

de l'eau d'alimentation est suffisante pour lui permettre de s'élever jusqu'à la crosse 5 pour finalement s'écouler par l'extrémité libre 8 de celle-ci dans le générateur de vapeur. Lors de l'alimentation du générateur de vapeur par un faible débit d'eau froide, les choses se passent tout à fait différemment : l'eau froide est généralement à faible charge hydraulique sauf à l'extrémité du tore opposée au tuyau d'alimentation où elle s'accumule et finit par acquérir une charge suffisante pour pénétrer entièrement dans les tubes de distribution 2 à cet endroit et s'écouler dans le générateur de vapeur. Dans les parties situées plus en amont de l'écoulement, la charge reste à une valeur inférieure qui ne permet pas à l'eau de passer dans les crosses 5. Par contre, cette charge est suffisante pour pouvoir évacuer petit à petit l'eau chaude par les perçages 6 et 7, si bien que l'eau froide finit par remplir la canalisation 1 pour pénétrer dans le tube de distribution 2 et s'écouler par ces mêmes perçages 6 et 7 à son tour selon les flèches E2. On élimine ainsi progressivement l'interface entre l'eau chaude et l'eau froide dans la canalisation 1, si bien qu'aucune concentration de contraintes anormale n'apparaît le long de sa paroi.

Une autre réalisation de l'invention, envisageable sur des tubes d'alimentation 2 munis d'une crosse 5, est illustrée figure 2. Ici aucun perçage n'est exécuté, mais par contre l'intrados 5i (figure 1) de la crosse 5 a été enlevé sur toute sa longueur, c'est-à-dire que la section de la crosse 5 est désormais un tube ouvert dans sa partie basse.

Le fonctionnement de ce mode de réalisation est très analogue à celui du précédent : en fonctionnement normal, l'eau chaude à forte charge est canalisée par l'extrados 5e de la crosse 5, progressivement infléchi vers le bas et en direction transversale par rapport à la canalisation 1 pour finalement se joindre à l'eau présente dans le générateur de vapeur à l'extrémité libre 8 de la crosse 5. Dans le cas d'un faible débit d'eau froide, l'eau s'élève progressivement dans la partie médiane 3 (et éventuellement la première partie extrême 4 si elle existe) du tube d'alimentation 2 pour affleurer finalement au sommet de la partie médiane 3 et s'écouler hors du tube d'alimentation 2 par la partie entaillée de l'intrados de la crosse 5. Les flèches E'1 et E'2, de signification analogue aux flèches E1 et E2 de la figure 1, symbolisent ces deux écoulements différents.

Il est avantageux que toutes ces entailles réalisées sur les tubes de distribution 2 soient différentes selon l'emplacement des tubes de distribution 2 le long de la canalisation 1 : la figure 3 représente un dispositif d'alimentation complet comprenant une canalisation 1 de forme torique raccordée à un tuyau d'alimentation 10 traversant l'enveloppe 11 du générateur de vapeur auquel il est soudé. La canalisation 1 peut être soudée au tuyau d'alimentation 10 ou encore munie d'un raccord emmanché dans ce tuyau d'alimentation 10.

L'eau d'alimentation entre donc dans la canalisation 1 et parcourt en deux écoulements symétriques les deux branches gauche et droite du tore. Les écoulements passent successivement à proximité

de plusieurs tubes de distribution 2a, 2b, 2c, etc... d'amont en aval. Comme, pour des raisons que l'on a expliqué plus tot, la charge de l'eau froide décroît sensiblement vers l'amont dans le cas d'un faible débit, il est essentiel de favoriser l'écoulement hors de la canalisation 1 surtout dans les parties amont en y diminuant plus fortement les pertes de charge produites par le franchissement, sur toute leur longueur, des tubes de distribution 2. C'est pourquoi les perçages 6a, 6b, 6c, etc... opérés sur les tubes de distribution correspondants 2a, 2b, 2c, etc... se trouvent à des hauteurs décroissantes sur les tubes situés en amont. On peut également opérer des perçages 9 sur la génératrice supérieure de la canalisation 1 entre le tube le plus en amont 2a et le tuyau d'écoulement 10. Cette dernière disposition est même nécessaire dans le cas de tubes de distribution 2 comprenant une première partie extrême 4 s'étendant intérieurement à la canalisation 1, car on ne peut alors empêcher une partie de l'eau chaude de rester piégée dans la partie haute de la canalisation.

Dans cette figure 3 on a représenté des tubes de distribution 2 dépourvus de crosse 5 ; le résultat serait le même s'ils en possédaient une, et l'invention pourrait être mise en oeuvre exactement de la même façon, avec cette différence qu'il serait possible de disposer des tubes 2 à crosse entaillée tels que représentés figure 2 près de la partie aval de l'écoulement (partie du tore diamétralement opposée au tuyau d'alimentation 10).

Pour une mise en oeuvre concrète de l'invention, on conseille d'étager les hauteurs des perçages 6a, 6b, 6c, etc... suivant une loi linéaire en fonction des abscisses curvilignes de la génératrice supérieure de la canalisation 1 auxquelles les tubes 2a, 2b, 2c, etc... sont implantés.

L'invention permet donc d'instaurer dans la canalisation 1 un écoulement et une évacuation d'eau beaucoup mieux répartis qu'avec les systèmes utilisés jusqu'ici. L'eau froide à faible débit se glisse d'abord sous l'eau chaude qui emplit primitivement la canalisation 1 et le tuyau d'alimentation 10 ; l'interface formée par ces deux couches d'eau non miscibles est à altitude sensiblement constante sur la longueur de la canalisation 1 et s'élève progressivement jusqu'à ce que l'eau froide emplisse entièrement les tuyauteries. On évite donc toute stratification thermique entre deux couches de température très différentes.

## Revendications

1. Distributeur de fluide dans un réservoir (11) sous pression comprenant un tuyau d'alimentation (10) du fluide pénétrant dans le réservoir et terminé par une partie distributrice tubulaire sensiblement horizontale (1) communiquant avec l'intérieur du réservoir (11) par des tubes (2) traversant sa génératrice supérieure, caractérisé en ce que les tubes ont une paroi entaillée hors de la partie distributrice.

2. Distributeur de fluide dans un réservoir sous pression selon la revendication 1, caractérisé en ce que la paroi des tubes est entaillée par des perçages (6, 7).

3. Distributeur de fluide dans un réservoir sous pression selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, dans lequel les tubes (2) se terminent hors de la partie distributrice par une crosse (5), caractérisé en ce que la paroi des tubes (2) est entaillée à l'intrados des crosses.

4. Distributeur de fluide dans un réservoir sous pression selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les entailles des tubes (2) sont à altitude croissante en s'éloignant du tuyau d'alimentation (10).

5. Distributeur de fluide dans un réservoir sous pression selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la partie distributrice (1) est munie d'entailles (9) à sa génératrice supérieure entre les tubes (2) et le tuyau d'alimentation (10).

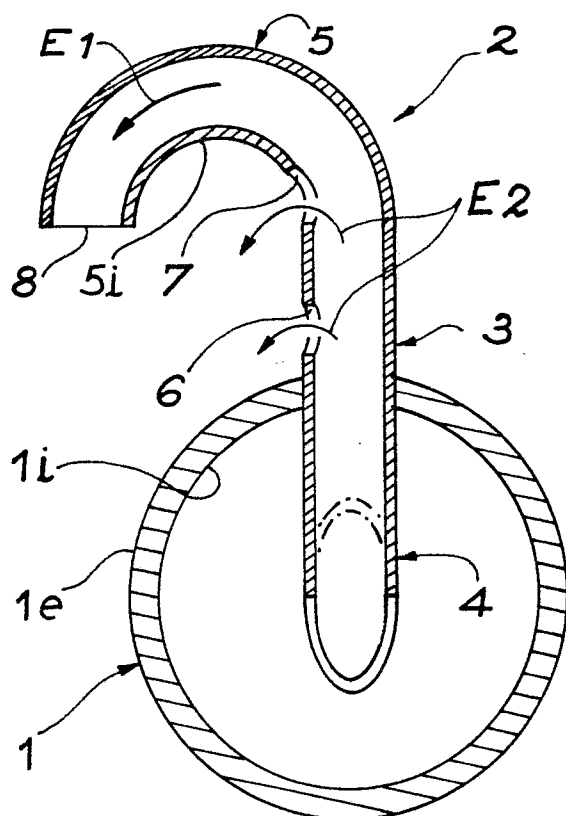


FIG. 1

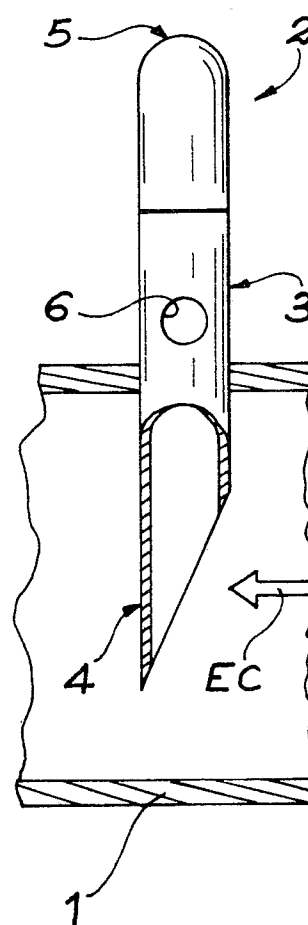


FIG. 1 A

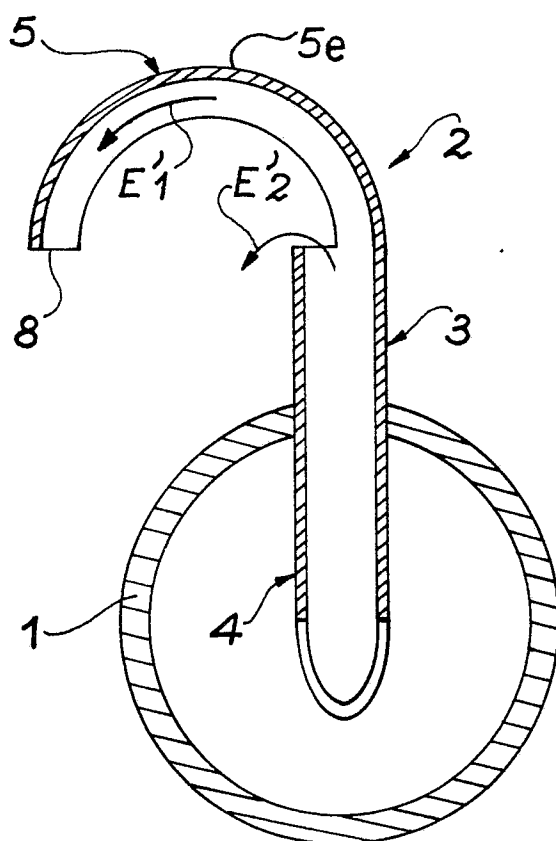


FIG. 2

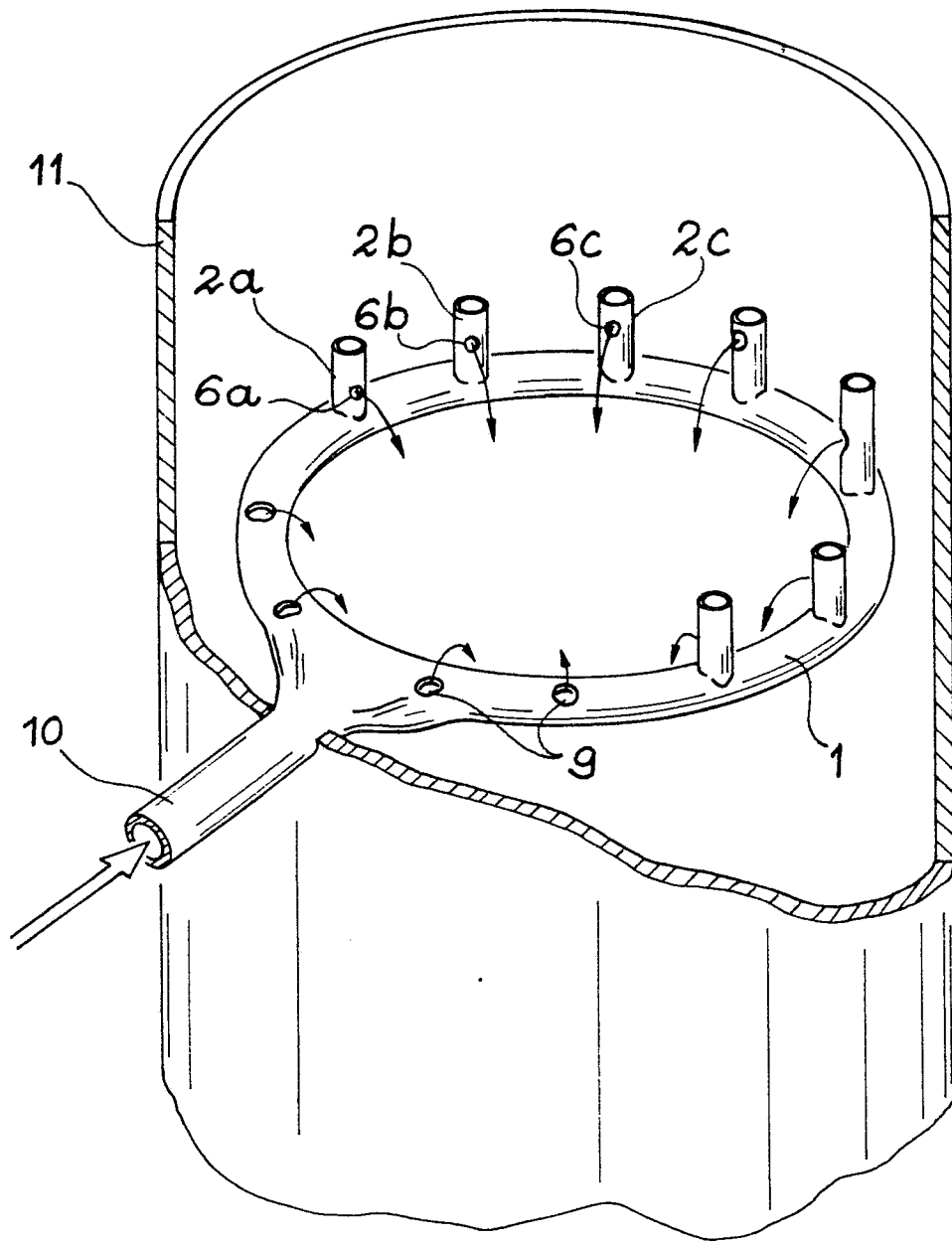


FIG. 3



| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS                                                                                                                                                                                               |                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Catégorie                                                                                                                                                                                                                           | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes            | Revendication concernée                                                                                                                                                                                                                                         | CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.3)                                                       |
| A                                                                                                                                                                                                                                   | US-A-3 785 625 (ENGALITCHEFF)<br>* colonne 2, lignes 56-64;<br>revendication 1; figure 3 * | 1                                                                                                                                                                                                                                                               | F 28 C 3/06<br>F 28 F 25/06                                                                |
| A                                                                                                                                                                                                                                   | GB-A-2 065 500 (HEAT EXTRACTOR CORP.)<br>* page 4, lignes 119-122; figures 1,2 *           | 1                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                            |
| A                                                                                                                                                                                                                                   | GB-A-1 144 087 (U.S. STONEWARE INC.)<br>* revendications 1,3; figure 5 *                   | 1,3                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                            |
| A                                                                                                                                                                                                                                   | US-A-4 320 072 (ARNDT)<br>* colonne 2, lignes 35-55; figures 1-4<br>*                      | 1,3                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                 | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.3)                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                 | B 65 D 88/00<br>B 65 D 90/00<br>F 22 B 37/00<br>F 28 B 3/00<br>F 28 C 3/00<br>F 28 F 25/00 |
| Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications                                                                                                                                                                      |                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                            |
| Lieu de la recherche<br>BERLIN                                                                                                                                                                                                      |                                                                                            | Date d'achèvement de la recherche<br>13-12-1988                                                                                                                                                                                                                 | Examinateur<br>GRUNFELD D.P.                                                               |
| <b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b>                                                                                                                                                                                                |                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                            |
| X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie<br>A : arrière-plan technologique<br>O : divulgation non-écrite<br>P : document intercalaire |                                                                                            | T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>& : membre de la même famille, document correspondant |                                                                                            |