



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt : **94401140.2**

(51) Int. Cl.⁵ : **F22B 1/02**

(22) Date de dépôt : **24.05.94**

(30) Priorité : **27.05.93 FR 9306372**

(43) Date de publication de la demande :
30.11.94 Bulletin 94/48

(84) Etats contractants désignés :
BE CH ES GB IT LI SE

(71) Demandeur : **FRAMATOME**
Tour Fiat
Cédex 16
F-92084 Paris-la-Défense (FR)

(72) Inventeur : **Pascal, Yves**
50, Square des Groues
F-92000 Nanterre (FR)

(74) Mandataire : **Poulin, Gérard et al**
Société BREVATOME
25, rue de Ponthieu
F-75008 Paris (FR)

(54) **Générateur de vapeur équipé d'un dispositif de piégeage de corps migrants.**

(57) Dans un générateur de vapeur de centrale nucléaire, un dispositif (48) est prévu pour empêcher que des objets en provenance des sécheurs (36), suite au montage, à des interventions ultérieures ou encore à un détachement accidentel en fonctionnement, viennent se coincer entre les tubes (24) du générateur. Ce dispositif (48), qui se présente par exemple sous la forme d'une grille, est placé au-dessus d'une plaque horizontale (34) à laquelle sont fixées les extrémités hautes des conduites (32) contenant les séparateurs cyclones. Il définit des passages dont les dimensions les plus grandes sont inférieures à la distance minimale séparant les tubes (24).

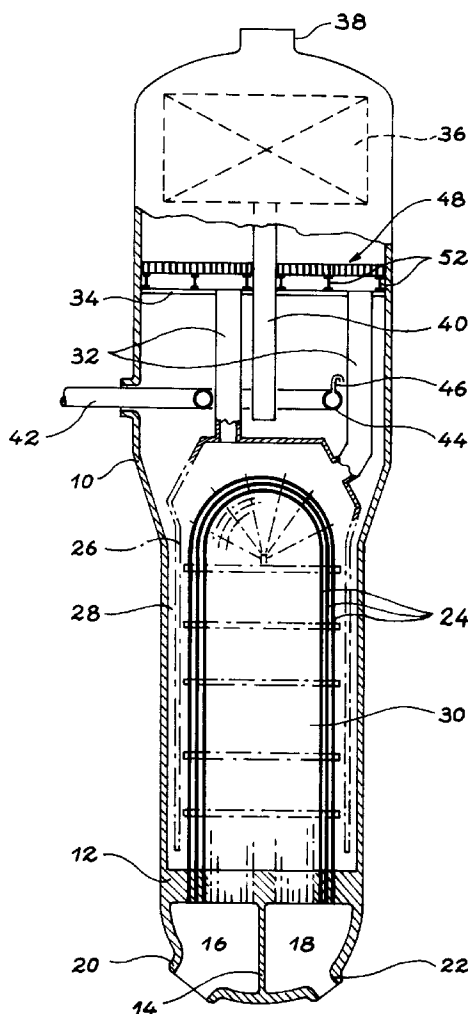


FIG. 1

L'invention concerne un générateur de vapeur conçu pour être utilisé dans une centrale nucléaire.

Comme l'illustre notamment le document FR-A-2 477 265, un générateur de vapeur équipant une centrale nucléaire comprend habituellement une enveloppe d'axe vertical, dont l'espace intérieur est divisé en deux parties, dans le sens de la hauteur, par une plaque horizontale appelée "plaque à tubes" (en anglais "tube sheet"). Les extrémités des tubes d'un faisceau de tubes en U inversé sont fixées sur la plaque à tubes et débouchent en dessous de celle-ci, respectivement dans un collecteur d'admission et dans un collecteur d'évacuation de l'eau circulant dans le circuit primaire du réacteur, appelée "eau primaire". L'eau circulant dans le circuit secondaire du réacteur, appelée "eau secondaire" ou "eau alimentaire", est injectée dans la partie du générateur de vapeur située au-dessus de la plaque à tubes. Cette eau alimentaire se vaporise au contact des tubes, du fait de la chaleur véhiculée par l'eau primaire. La vapeur ainsi formée est extraite du générateur de vapeur après avoir traversé successivement des séparateurs cyclones placés dans des conduites sensiblement verticales, puis des sécheurs situés dans la partie haute de l'enveloppe, au-dessus des conduites contenant les séparateurs cyclones.

Pendant les travaux de montage ou de maintenance d'un tel générateur de vapeur, il peut arriver que certains objets tels que des baguettes de soudures, des vis, des boulons, etc. soient introduits par inadvertance dans le circuit secondaire. Il peut aussi arriver que certains objets tels que des vis se détachent en cours de fonctionnement. Lorsque l'eau alimentaire circule dans le circuit secondaire du générateur de vapeur, tous ces objets constituent des corps migrants qui risquent de rester coincés entre les tubes du faisceau s'ils parviennent jusqu'à cette partie du générateur de vapeur. Cela a alors pour conséquences une perturbation de l'écoulement de l'eau alimentaire et un endommagement des tubes pouvant aller jusqu'à leur rupture.

Une partie des corps migrants qui circulent dans le circuit secondaire d'un générateur de vapeur est issue du système d'eau alimentaire et arrive dans le générateur de vapeur par la tubulure d'entrée de l'eau alimentaire. La demande de brevet français n° 91 14900, au nom du demandeur, propose un dispositif permettant de piéger les corps migrants ainsi introduits dans le générateur de vapeur.

Des corps migrants peuvent aussi arriver dans le faisceau tubulaire par les conduites des séparateurs cyclones reliant la partie où se trouve le faisceau tubulaire aux sécheurs. Ces corps migrants provenant de la zone des sécheurs sont, soit des objets tels qu'une vis se détachant d'un sécheur en cours de fonctionnement, soit des objets introduits dans l'espace situé entre la plaque supérieure des séparateurs cyclones et les sécheurs lors d'une intervention

de montage ou de maintenance dans le générateur et oubliés dans le générateur de vapeur. Or, il n'existe pas actuellement de dispositif apte à piéger ces corps migrants, de telle sorte que ces corps migrants risquent de chuter jusqu'au faisceau de tubes en traversant les conduites sensiblement verticales dans lesquelles se trouvent les séparateurs cyclones.

L'invention a précisément pour objet un générateur de vapeur comportant un dispositif permettant de piéger les corps migrants provenant des sécheurs, afin d'éviter qu'ils ne puissent venir se coincer entre les tubes du faisceau.

Conformément à l'invention, ce résultat est obtenu au moyen d'un générateur de vapeur comportant :

- une enveloppe, d'axe vertical ;
- une plaque à tubes horizontale fixée de façon étanche à l'intérieur de l'enveloppe ;
- un faisceau de tubes en U inversé, ayant chacun deux extrémités fixées sur la plaque à tubes et débouchant en dessous de cette dernière, respectivement dans un collecteur d'admission et dans un collecteur d'évacuation de fluide primaire ;
- des moyens d'alimentation en eau secondaire débouchant dans l'enveloppe, au-dessus de la plaque à tubes horizontale ; et
- des moyens d'extraction de vapeur secondaire placés dans l'enveloppe, au-dessus du faisceau de tubes, et comprenant des conduites d'évacuation sensiblement verticales placées en dessous de moyens de séchage ;

caractérisé par le fait que des moyens de piégeage de corps migrants sont placés entre les conduites et les moyens de séchage, au moins au-dessus de chacune des conduites.

Dans une forme de réalisation préférentielle de l'invention, les moyens de piégeage des corps migrants délimitent des passages qui présentent une dimension maximale inférieure à la distance minimale séparant les tubes du faisceau.

Selon le cas, les moyens de piégeage des corps migrants peuvent occuper soit sensiblement toute la section de l'enveloppe du générateur de vapeur, soit être seulement situés au-dessus de chacune des conduites.

D'une manière plus concrète, les moyens de piégeage des corps migrants comprennent de préférence plusieurs éléments de piégeage formant des dalles, par exemple carrées, placés au-dessus d'une plaque horizontale à laquelle sont fixées les extrémités supérieures des conduites.

Chaque élément de piégeage peut notamment comprendre une structure porteuse formant plancher, sur laquelle est placée une grille de piégeage. Cet agencement permet d'utiliser les moyens de piégeage comme plancher de travail lors des travaux de montage ou de maintenance.

Chaque élément de piégeage est avantageuse-

ment fixé, par des moyens de fixation démontables et préférentiellement imperdables tels que des boulons, sur des poutrelles horizontales fixées au-dessus de la plaque horizontale précitée et des sorties des séparateurs.

On décrira à présent, à titre d'exemple non limitatif, une forme de réalisation préférentielle de l'invention, en se référant aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en coupe verticale illustrant schématiquement un générateur de vapeur conforme à l'invention ; et
- la figure 2 est une vue de dessus en perspective, représentant, l'un des éléments de piégeage utilisés conformément à l'invention dans le générateur de vapeur illustré sur la figure 1.

Sur la figure 1, la référence 10 désigne l'enveloppe extérieure de révolution, d'axe vertical, d'un générateur de vapeur prévu pour assurer le transfert de chaleur entre le circuit d'eau primaire et le circuit secondaire eau/vapeur d'un réacteur nucléaire à eau pressurisée. Cette enveloppe 10 délimite un espace intérieur clos qui est séparé en une zone inférieure primaire et une zone supérieure secondaire par une plaque à tubes horizontale 12 raccordée de façon étanche sur l'enveloppe 10.

Une cloison verticale 14 divise la zone inférieure primaire, habituellement appelée "boîte à eau", en un collecteur d'admission 16 et un collecteur d'évacuation 18 de l'eau circulant dans le circuit primaire (non représenté) du réacteur. Des tubulures 20 et 22, soudées sur l'enveloppe extérieure 10 du générateur de vapeur, raccordent respectivement les collecteurs 16 et 18 à ce circuit primaire.

Un faisceau de tubes en U inversé 24 est raccordé de façon étanche sur la plaque à tubes 12, dans la zone supérieure secondaire délimitée par cette dernière. De façon plus précise, les deux extrémités de chacun des tubes 24 débouchent respectivement dans le collecteur d'admission 16 et dans le collecteur d'évacuation 18. Ainsi, l'eau primaire admise dans le générateur de vapeur par le collecteur d'admission 16 circule dans les tubes 24 avant de quitter l'appareil par le collecteur d'évacuation 18.

Le faisceau de tubes 24 est entouré et coiffé par une enveloppe intérieure 26 disposée coaxialement dans l'enveloppe extérieure 10. Le bord inférieur de l'enveloppe intérieure 26 est placé à une distance déterminée au-dessus de la plaque à tubes 12, de façon à former un passage par lequel un espace annulaire 28, délimité entre les enveloppes 10 et 26, communique avec un espace 30 intérieur à l'enveloppe 26.

Dans la forme de réalisation illustrée sur la figure 1, l'eau alimentaire est introduite dans le générateur de vapeur par une conduite d'alimentation 42 qui traverse radialement l'enveloppe extérieure 10 à un niveau voisin de la partie haute de l'enveloppe intérieure

26, coiffant le faisceau de tubes 24. Cette conduite d'alimentation 42 débouche dans un collecteur torique 44 centré sur l'axe vertical du générateur de vapeur et muni sur toute sa périphérie de tubes 46 en forme de J renversé par lesquels l'eau alimentaire est injectée dans le haut de l'espace annulaire 28.

Il est à noter que l'invention s'applique à des générateurs de vapeur de structures différentes et notamment à des générateurs de vapeur dans lesquels l'introduction de l'eau alimentaire s'effectue directement dans l'espace annulaire 28, à proximité de la plaque à tubes 12.

Des conduites d'évacuation 32 sensiblement verticales sont raccordées par leur extrémité inférieure sur la partie haute de l'enveloppe intérieure 26, qui coiffe le faisceau de tubes 24. L'extrémité haute de ces conduites d'évacuation 32 est soudée sur une plaque horizontale 34 dont le bord périphérique est supporté par l'enveloppe extérieure 10 du générateur de vapeur. Des séparateurs centrifuges ou cyclones (non représentés) sont logés dans chacune des conduites d'évacuation 32, afin de piéger une partie de l'eau entraînée par la vapeur, pour la recycler vers la partie basse du générateur de vapeur. Ces séparateurs centrifuges ou cyclones sont habituellement constitués par des ailettes fixes, en forme d'hélices, logées dans les conduites d'évacuation 32.

La vapeur qui parvient dans la partie haute de l'enveloppe extérieure 10 par les conduites d'évacuation 32 traverse ensuite des sécheurs 36 placés à une certaine distance au-dessus de la plaque horizontale 34, avant de sortir du générateur de vapeur par une tubulure 38 d'extraction de vapeur secondaire, disposée au sommet de l'enveloppe extérieure 10, selon l'axe vertical du générateur de vapeur. Les sécheurs 36, qui peuvent présenter des formes variées, constituent un ensemble de chicanes que doit traverser la vapeur avant de quitter le générateur de vapeur. Ces chicanes contribuent à assécher la vapeur en recyclant une partie de l'eau entraînée par cette dernière. L'eau de recyclage ainsi récupérée, généralement appelée "eau de recirculation" est ramenée vers la partie basse du générateur de vapeur par au moins une conduite 40 sensiblement verticale, qui traverse la plaque horizontale 34 et dont l'extrémité inférieure est située au-dessus de la partie haute de l'enveloppe intérieure 26 coiffant le faisceau de tubes 24.

Conformément à l'invention, il est prévu, au-dessus de la plaque horizontale 34, des moyens 48 de piégeage de corps migrants en provenance des sécheurs 36.

Les moyens 48 de piégeage de corps migrants ont principalement pour fonction de retenir des objets tombant accidentellement des sécheurs 36, afin d'éviter que ces objets ne puissent venir se coincer entre les tubes 24 après avoir traversé les conduites d'évacuation 32. Les objets qui risquent de tomber des sécheurs 36 peuvent être soit des objets restant

par mégarde dans les sècheurs à la suite du montage du générateur de vapeur ou de travaux d'intervention ultérieurs, soit des objets se détachant accidentellement des sècheurs en fonctionnement, tels que des vis. Les moyens de piégeage retiennent également les objets risquant de chuter accidentellement en cours d'intervention dans la partie haute du générateur de vapeur.

Les moyens 48 de piégeage de corps migrants peuvent aussi avoir pour fonction de former, dans la partie haute du générateur de vapeur, un plancher de travail facilitant les interventions à la fois lors des travaux de montage du générateur de vapeur et lors des opérations de maintenance.

Enfin, les moyens 48 de piégeage de corps migrants peuvent aussi contribuer à l'amélioration de l'efficacité des sècheurs 36, en interrompant les mouvements tournants de la vapeur à la sortie des séparateurs cyclones logés dans les conduites d'évacuation 32.

Ces deux dernières fonctions sont toutefois facultatives.

Dans la forme de réalisation illustrée sur la figure 1, les moyens 48 de piégeage de corps migrants occupent sensiblement toute la section horizontale du générateur de vapeur, au-dessus de la plaque horizontale 34. Etant donné que les corps migrants ne peuvent redescendre vers les tubes 24 du faisceau qu'au travers des conduites d'évacuation 32, les moyens de piégeage de corps migrants peuvent aussi présenter une section moindre, et, par exemple, être formés d'ensembles distincts placés à la partie supérieure de chacune des conduites d'évacuation 32. On comprend cependant que les moyens 48 de piégeage de corps migrants ne peuvent constituer un plancher de travail efficace que s'ils occupent la majeure partie de la section du générateur de vapeur comme l'illustre la figure 1.

Pour que les moyens 48 puissent remplir efficacement leur fonction de piégeage des corps migrants, ils se présentent avantageusement sous la forme d'une grille dont la structure s'oppose aussi faiblement que possible à l'échappement de la vapeur vers la tubulure 38 tout en garantissant la retenue des objets dont la taille implique un risque de coincement entre les tubes 24 du faisceau, s'ils parvenaient dans la zone 30 intérieure à l'enveloppe 26.

De manière concrète, ce résultat est obtenu en donnant aux mailles définies par la grille formant les moyens 48 de piégeage de corps migrants une dimension maximale inférieure à la distance minimale séparant les tubes 24 du faisceau.

Dans la pratique, les moyens 48 de piégeage de corps migrants sont avantageusement formés par la juxtaposition de plusieurs éléments de piégeage tels que l'élément 50 sur la figure 2. Chaque élément 50 se présente alors sous la forme d'une dalle, par exemple carrée, qui repose sur la plaque horizontale 34 par

l'intermédiaire de poutrelles 52. Ces poutrelles 52 prennent appui par leurs extrémités sur l'enveloppe extérieure 10 du générateur de vapeur, afin de donner à la structure un caractère suffisamment rigide pour qu'elle constitue un plancher apte à supporter une ou plusieurs personnes lors des travaux de montage ou des interventions de maintenance.

Chacun des éléments de piégeage 50 est avantageusement fixé sur les poutrelles 52 de façon démontable, par exemple à l'aide de vis ou de goujons 54 rendus préférentiellement imperdables.

Dans la forme de réalisation illustrée sur la figure 2, chaque élément de piégeage 50 est formé d'une structure porteuse 56 formant plancher et d'une grille de piégeage 58 reposant sur la structure porteuse 56.

De façon plus précise, la structure porteuse 56 se compose d'un cadre dans lequel est fixée une grille à larges mailles donnant à la structure 56 une rigidité mécanique suffisante pour qu'elle puisse supporter le personnel d'intervention.

La grille de piégeage 58 assure quant à elle la fonction de piégeage des corps migrants. Elle présente à cet effet une maille définissant des passages dont la dimension maximale est inférieure à la distance minimale séparant les tubes 24 du faisceau. Dans la forme de réalisation illustrée sur la figure 2, la grille 58 présente en elle-même des caractéristiques mécaniques insuffisantes pour supporter le personnel appelé à intervenir dans le générateur de vapeur.

Lorsque les moyens 48 de piégeage de corps migrants occupent sensiblement toute la section du générateur de vapeur comme l'illustre la figure 1, les éléments de piégeage 50 sont fixés bord à bord pour former un dallage comme l'illustre schématiquement la figure 2.

Lorsque les moyens 48 de piégeage de corps migrants n'occupent qu'une partie de la section du générateur de vapeur, un ou plusieurs éléments de piégeage 50 peuvent être placés au-dessus de chacune des conduites d'évacuation 32. On peut notamment prévoir de placer un élément de piégeage de forme circulaire dans le haut de chacune des conduites d'évacuation 32.

Il est important de noter que la forme de réalisation qui vient d'être décrite en se référant à la figure 2 ne constitue qu'un exemple de mise en oeuvre de l'invention. Ainsi, les moyens 48 de piégeage de corps migrants peuvent aussi être réalisés d'un seul tenant sur tout ou partie de la section du générateur de vapeur. En outre, dans le cas où des éléments de piégeage séparés sont utilisés, ils peuvent présenter une forme quelconque. La structure assurant le piégeage des corps migrants peut aussi avoir une rigidité mécanique suffisante pour éviter l'adjonction d'une structure porteuse. Enfin, la forme des passages et la structure qui les délimite n'est pas limitée à une grille mais couvre toutes les formes et les structures permettant de définir des passages de dimensions li-

mitées (passages circulaires, triangulaires, polygonaux, etc., structures obtenues par assemblage de plaques, de tiges, etc. ou par usinage d'une pièce massive, etc.).

Revendications

1. Générateur de vapeur comprenant :

- une enveloppe (10), d'axe vertical ;
 - une plaque à tubes horizontale (12) fixée de façon étanche à l'intérieur de l'enveloppe ;
 - un faisceau de tubes en U inversé (24), ayant chacun deux extrémités fixées sur la plaque à tubes et débouchant en dessous de cette dernière, respectivement dans un collecteur d'admission (16) et dans un collecteur d'évacuation (18) de fluide primaire ;
 - des moyens d'alimentation (42,44) en eau secondaire débouchant dans l'enveloppe (10), au-dessus de la plaque à tubes horizontale (12) ; et
 - des moyens d'extraction (32,36,38) de vapeur secondaire placés dans l'enveloppe (10), au-dessus du faisceau de tubes (24), et comprenant des conduites d'évacuation sensiblement verticales (32) placées en dessous de moyens de séchage (36) ;
- caractérisé par le fait que des moyens (48) de piégeage de corps migrants sont placés entre les conduites (32) et sécheurs (36), au moins au-dessus de chacune des conduites (32).

2. Générateur de vapeur selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les moyens (48) de piégeage des corps migrants délimitent des passages présentant une dimension maximale inférieure à la distance minimale séparant les tubes (24) du faisceau.

3. Générateur de vapeur selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé par le fait que les moyens (48) de piégeage de corps migrants occupent sensiblement toute la section de l'enveloppe (10).

4. Générateur de vapeur selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé par le fait que les moyens (48) de piégeage de corps migrants sont situés au-dessus de chacune des conduites (32).

5. Générateur de vapeur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que les moyens (48) de piégeage de corps migrants comprennent plusieurs éléments de

piégeage (50) placés au-dessus d'une plaque horizontale (34) à laquelle sont fixées des extrémités supérieures des conduites (32).

6. Générateur de vapeur selon la revendication 5, caractérisé par le fait que chaque élément de piégeage (50) comprend une structure porteuse (56) formant plancher, sur laquelle est placée une grille de piégeage (58).

7. Générateur de vapeur selon l'une quelconque des revendications 5 et 6, caractérisé par le fait que chaque élément de piégeage (50) est fixé, par des moyens de fixation démontables (54), sur des poutrelles horizontales (52) situées au-dessus de ladite plaque horizontale (34).

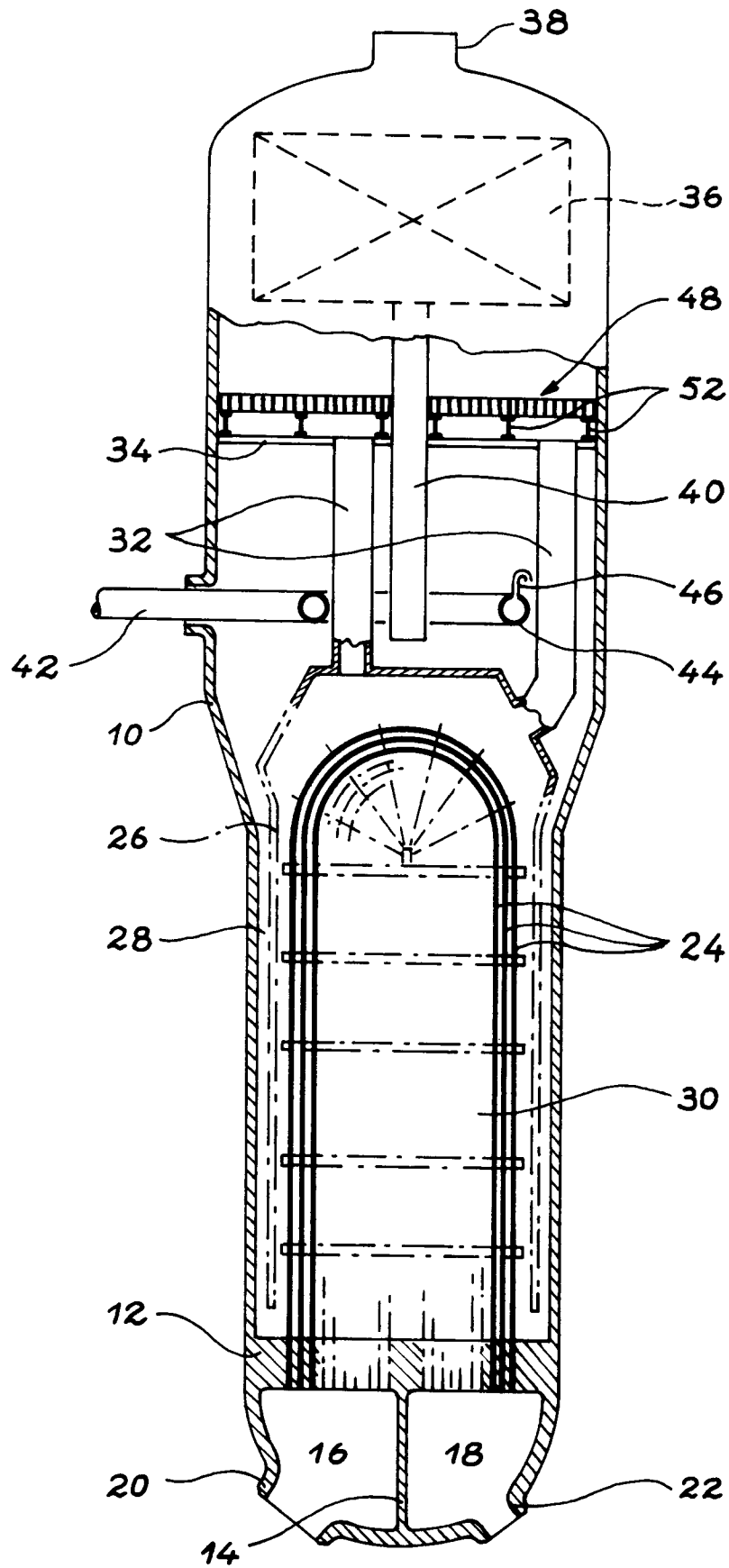


FIG. 1

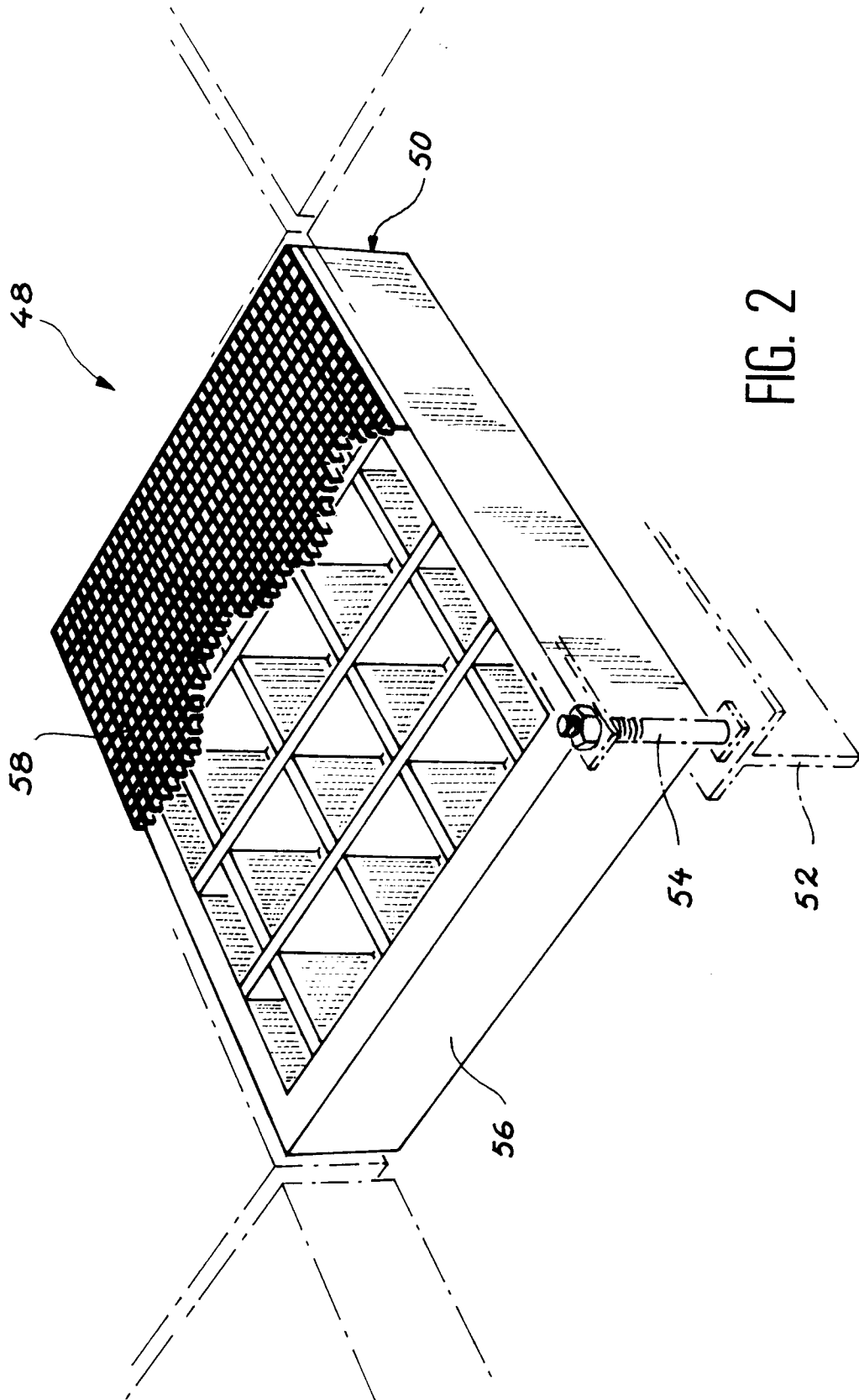


FIG. 2



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 94 40 1140

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.5)
A	EP-A-0 183 049 (WESTINGHOUSE) * abrégé; figures * ---	1	F22B1/02
A	US-A-3 906 905 (COMMISSARIAT) * colonne 4, ligne 5 - ligne 18; figures * ---	1	
A	FR-A-2 275 731 (WESTINGHOUSE) * page 3, ligne 23 - page 4, ligne 20; figures * -----	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.5)
			F22B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 22 Août 1994	Examineur Van Gheel, J
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 1403 03.82 (P04C02)