

12

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21 Numéro de dépôt: 81400308.3

51 Int. Cl.³: **F 22 B 1/02**

22 Date de dépôt: 27.02.81

30 Priorité: 29.02.80 FR 8004533

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

43 Date de publication de la demande: 09.09.81
Bulletin 81/36

72 Inventeur: **Yazidjian, Jean-Claude, 10-12 rue Yvan Tourgueneff, F-78380 Bougival (FR)**

84 Etats contractants désignés: **AT BE CH DE GB IT LI NL SE**

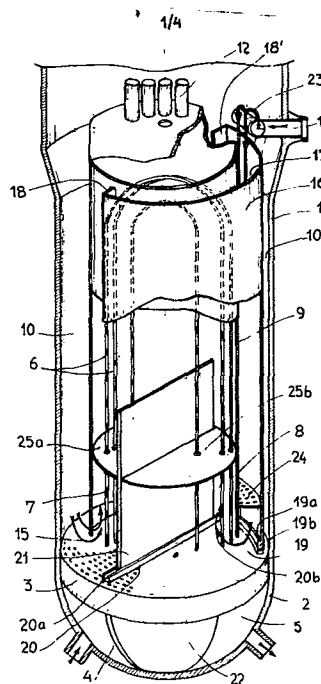
74 Mandataire: **Dupuy, Louis et al, CREUSOT-LOIRE 15 rue Pasquier, F-75383 Paris Cedex 8 (FR)**

54 **Générateur de vapeur à préchauffage.**

57 L'invention s'applique aux générateurs de vapeur comportant une plaque tubulaire sur laquelle est monté un faisceau de tubes en U contenus dans une enveloppe et dans lesquels circule un fluide primaire caloporteur.

Le générateur est séparé en deux zones, une zone branche froide (17) et une zone branche chaude (10—10'). La séparation est effectuée, d'une part à l'intérieur de l'enveloppe (9), par une cloison verticale (21) séparant les jambes froides (8) des jambes chaudes (7) des tubes en U (6), d'autre part à l'extérieur de l'enveloppe (9), par une jupe (16) entourant une partie de l'enveloppe (9), du côté de la branche froide. L'eau secondaire de recirculation peut retourner vers le faisceau de tubes en U (6) aussi bien par la zone branche froide (17) que par la zone branche chaude (10—10'), mais l'eau secondaire alimentaire, arrivant par un dispositif d'admission (11) situé à la partie supérieure du générateur, circule dans la zone branche froide (17).

Application aux installations nucléaires, en particulier pour la production d'énergie électrique ou la propulsion navale.



EP 0 035 450 A1

"Générateur de vapeur à préchauffage"

L'invention concerne un générateur de vapeur, qui peut être utilisé par exemple dans une installation nucléaire, pour la production d'énergie électrique ou la propulsion navale.

Un générateur de vapeur de type classique comporte une en-
5 ceinte extérieure cylindrique d'axe vertical, résistante à la pression et
fermée à chaque extrémité par une calotte. Une plaque tubulaire horizon-
tale est disposée à l'intérieur de l'enceinte, solidaire de celle-ci et
délimitant avec la calotte inférieure une chambre séparée en deux collec-
10 teurs, respectivement d'admission et d'évacuation d'un fluide primaire ca-
loporteur. Un faisceau de tubes en U est monté sur la plaque tubulaire.
Chaque tube en U présente une jambe chaude qui communique avec le collec-
teur d'admission et une jambe froide qui communique avec le collecteur
d'évacuation, l'ensemble des jambes chaudes constituant la branche chaude
et l'ensemble des jambes froides constituant la branche froide. Une enve-
15 loppe secondaire entoure le faisceau sans s'appuyer sur la plaque tubu-
laire et définit un espace annulaire avec l'enceinte extérieure. Un dis-
positif d'admission d'eau est prévu pour l'alimentation de l'espace annu-
laire en eau secondaire. Cette eau secondaire remonte le long des tubes
du faisceau et se vaporise à leur contact. Dans la partie haute de l'en-
20 ceinte, se trouve en ensemble de séparateurs ; la vapeur produite est
évacuée par une ouverture ménagée dans la calotte supérieure. L'eau issue
des séparateurs, appelée eau de recirculation retourne vers la plaque
tubulaire en utilisant l'espace annulaire compris entre l'enceinte exté-
rieure et l'enveloppe secondaire, avant de remonter à nouveau le long du
25 faisceau de tubes en U. A cette eau de recirculation se mélange une eau
alimentaire qui provient du dispositif d'admission dont nous avons parlé
plus haut. Ce dispositif d'admission est placé en partie haute du généra-
teur de vapeur afin que le mélange de l'eau alimentaire et de l'eau de
recirculation soit homogène avant son entrée dans le faisceau tubulaire.

30 Le générateur de type classique que l'on vient de décrire pré-
sente en particulier l'inconvénient suivant : on n'utilise pas de façon
optimale la surface d'échange primaire-secondaire ; par conséquent, l'ef-
ficacité thermique de l'ensemble du générateur n'est pas maximale.

Pour remédier à cet inconvénient, c'est-à-dire pour tenter
35 d'augmenter le rendement du générateur, on a prévu de préchauffer l'eau

alimentaire avant son mélange à l'eau de recirculation. Ce préchauffage permet une meilleure utilisation de la surface d'échange et un accroissement de l'efficacité thermique de l'ensemble du générateur.

5 D'un point de vue théorique, l'efficacité maximale est atteinte lorsque l'eau alimentaire est amenée au voisinage immédiat de la plaque tubulaire puis remonte le long de la branche froide des tubes en U, au contact desquels elle doit se réchauffer sur une certaine distance, appelée zone de préchauffage. L'eau alimentaire n'est mélangée à l'eau de recirculation venant des séparateurs qu'à la sortie de la zone de pré-
10 chauffage.

Cependant cette configuration présente plusieurs inconvénients. En particulier, du fait que l'eau alimentaire ne doit pas être mélangée à l'eau de recirculation avant d'avoir été préchauffée, les structures d'arrivée et de guidage de cette eau doivent être relativement étanches.
15 En outre, elle présente l'inconvénient dû au fait qu'en basse charge ou durant certains transitoires de fonctionnement (introduction d'eau de secours), la température de l'eau alimentaire décroît. Cette eau peut alors initier dans les structures avec lesquelles elle entre en contact (tubes, plaque tubulaire, enceinte sous pression) des contraintes thermi-
20 ques inacceptables.

Pour pallier ces inconvénients, on a proposé plusieurs solutions parmi lesquelles celles qui consistent à incorporer un soutien en température de l'eau alimentaire ou à prévoir une alimentation secondaire en haut du générateur de vapeur.

25 Ces deux solutions conduisent cependant à un alourdissement du fonctionnement et de la conduite du générateur de vapeur.

Pour diminuer les contraintes thermiques dans la plaque tubulaire, on peut éloigner de cette plaque la zone où l'eau alimentaire pénètre dans le faisceau tout en la maintenant en partie basse. C'est l'ob-
30 jet par exemple du brevet français n°2 191 704 au nom de SIEMENS A.G.

Cette géométrie se traduit par rapport au cas théorique envisagé plus haut par une baisse de la pression de saturation délivrée par le générateur de vapeur et des structures complexes à implanter dans la partie basse de l'appareil.

35 On a aussi proposé de créer une zone tampon traversée par de l'eau de recirculation au dessus de la plaque tubulaire.

On pourra par exemple se reporter à la demande de brevet français n° 2 285 573 au nom de WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION. Dans

la zone tampon, la plaque tubulaire, côté branche froide, est balayée par de l'eau de recirculation. Cette eau de recirculation est guidée par une plaque très peu perméable, qui est en fait constituée par le plancher du préchauffeur, ce préchauffeur et le dispositif d'admission d'eau alimentaire étant situés en partie basse du générateur de vapeur.

Cependant le plancher du préchauffeur peut créer des contraintes de flexion dans les tubes (déformation en pression de la plaque tubulaire, dilatation différentielle de la plaque tubulaire et du plancher du préchauffeur), et rend en outre l'opération de tubage difficile du fait de sa perméabilité inférieure à celle des plaques entretoises du faisceau tubulaire et de sa proximité de la plaque tubulaire .

D'autre part, ce plancher ne peut pas être parfaitement étanche, si bien qu'une partie de l'eau alimentaire le traverse et se dirige vers la branche chaude : ceci diminue les performances d'ensemble du générateur de vapeur.

En outre, l'introduction de l'eau alimentaire dans le faisceau sans mélange à de l'eau de recirculation quelle que soit la charge, rend délicat le dimensionnement des structures du préchauffeur car celui-ci doit répondre à deux exigences contradictoires :

1. Accomoder des variations importantes de température , ce qui nécessite des épaisseurs faibles.

2. Limiter, en situation accidentelle (rupture de tuyauteries, coup de béliet) de déformations qui pourraient mettre en danger la barrière primaire-secondaire que constituent les tubes. Il est donc nécessaire de prévoir un ensemble rigide.

Enfin, le générateur de vapeur du type décrit dans la demande française n° 2 285 573 présente l'inconvénient de comporter un espace plus restreint pour les tubes pour un diamètre donné de l'enveloppe sous pression, une partie de l'espace étant occupée par le préchauffeur.

On connaît aussi la demande de brevet français n° 2 387 417 au nom du Commissariat à l'Energie Atomique qui décrit un générateur de vapeur ne présentant pas les inconvénients précités. Dans ce générateur, la totalité de l'eau alimentaire est mélangée à l'eau de recirculation et envoyée sur la branche froide de la plaque tubulaire par l'intermédiaire d'un caisson central situé entre les jambes des tubes en U, l'eau étant canalisée vers le caisson par deux anneaux plats de forme elliptique.

Cependant, cette réalisation conduit à une structure très complexe.

Le but de l'invention est donc de proposer un nouveau générateur de vapeur muni d'un dispositif de préchauffage mais ne présentant pas les inconvénients de l'art antérieur.

L'invention s'applique à tout générateur de vapeur de type classique, conforme à la description que nous avons effectuée plus haut.

Selon l'invention, le générateur de vapeur est séparé en deux zones, une zone branche froide et une zone branche chaude, la séparation étant effectuée d'une part, à l'intérieur de l'enveloppe secondaire, par une cloison verticale séparant les jambes froides des jambes chaudes, d'autre part à l'extérieur de l'enveloppe secondaire, par une jupe entourant une partie de l'enveloppe secondaire, du côté de la branche froide, et constituant avec ladite enveloppe un espace fermé sur les côtés et à sa partie inférieure, tout en laissant un passage vers la zone branche froide de l'intérieur de l'enveloppe, et ouvert à sa partie supérieure ; de telle sorte que l'eau secondaire remise en circulation après passage dans les séparateurs, dite eau de recirculation, puisse retourner vers le faisceau de tubes en U aussi bien par la zone branche froide que par la zone branche chaude, mais que l'eau secondaire alimentaire, arrivant par un dispositif d'admission situé à la partie supérieure du générateur circule pour l'essentiel de son débit dans la zone branche froide.

En outre, le générateur selon l'invention comporte des moyens de répartition de l'eau de recirculation entre les deux zones, branche froide et branche chaude, et d'équilibrage, au niveau de la plaque tubulaire, des pressions dans ces deux zones. On pourra utiliser d'une part une collerette de répartition placée dans l'espace compris entre l'enveloppe secondaire et la jupe, perpendiculairement à la direction du courant d'eau secondaire de la zone branche froide ; d'autre part, une plaque de distribution placée à l'intérieur de l'enveloppe secondaire dans chacune des zones, branche froide et branche chaude, perpendiculairement à la direction des tubes en U, ces deux plaques étant en général de perméabilité différente.

Dans un mode préféré de réalisation de l'invention, la jupe est située à une distance constante de l'enveloppe secondaire, définissant avec celle-ci un espace dont la section par un plan parallèle à la plaque tubulaire est un secteur d'anneau dont l'angle peut varier avec le plan de section ; la jupe s'étend verticalement de la plaque tubulaire

jusqu'au dispositif d'admission d'eau alimentaire ; ses côtés sont rabattus vers l'enveloppe secondaire et soudés à cette enveloppe ; sa partie inférieure est reliée à la plaque tubulaire par une liaison semi-étanche limitant les fuites mais permettant des mouvements de la jupe par rapport à la plaque de façon à accommoder les déformations relatives dues à la pression et aux dilatations.

Dans un mode particulier de réalisation de l'invention, la jupe est confondue avec l'enceinte extérieure, exception faite des bords qui sont constitués par deux cloisons verticales d'étendant entre l'enceinte extérieure et l'enveloppe secondaire.

De préférence, la cloison verticale séparant la zone branche froide de la zone branche chaude à l'intérieur de l'enveloppe secondaire s'étend de la plaque tubulaire jusqu'à une hauteur au moins égale à la hauteur nécessaire au préchauffage de l'eau alimentaire ; elle est soudée sur les côtés à l'intérieur de l'enveloppe secondaire et reliée à la plaque tubulaire par une cloison semi-étanche.

Pour effectuer les liaisons semi-étanches, on peut par exemple utiliser des rails solidaires de la plaque tubulaire, dans lesquels les parties inférieures de la jupe et de la cloison verticale sont engagées. Si, au niveau de la plaque tubulaire, la section de la jupe est un secteur d'anneau de 180°, les côtés rabattus de la jupe peuvent être engagés dans le même rail rectiligne que la cloison verticale.

Dans un mode préféré de réalisation des liaisons semi-étanches, la partie inférieure de la jupe peut être engagée dans un rail solidaire de l'enceinte extérieure et non de la plaque tubulaire, afin de diminuer les contraintes dans cette plaque.

De préférence, l'eau secondaire alimentaire est envoyée pour la totalité de son débit dans la zone branche froide.

Afin de mieux être comprise, l'invention va être décrite dans quelques modes de réalisation préférés, choisis uniquement à titre d'exemples et représentés par les dessins annexés.

La figure 1 représente une vue d'un 1er mode de réalisation du générateur selon l'invention.

La figure 2 représente une coupe, par un plan perpendiculaire à la plaque tubulaire et à la cloison verticale, du générateur de la figure 1.

La figure 3 représente une coupe par un plan parallèle à la plaque tubulaire, au niveau de la partie supérieure de la jupe, du géné-

rateur de vapeur de la figure 1 (coupe suivant III-III).

La figure 4 représente un deuxième mode de réalisation de la jupe selon l'invention, dans une vue semblable à celle de la figure 1.

La figure 5 représente le mode de réalisation de la figure 4, vue dans une coupe analogue à celle de la figure 2.

La figure 6 représente le mode de réalisation de la figure 4, vue d'une façon analogue à celle de la figure 3.

La figure 7 représente un troisième mode de réalisation de la jupe, vue de façon analogue à la figure 3.

Les figures 8, 9, 10 et 11 représentent divers modes de réalisation des moyens de liaison de la partie inférieure de la jupe et de la cloison verticale avec la plaque tubulaire.

Les figures 8a, 8b et 8c montrent les parties inférieures engagées dans des rails.

Les figures 9a et 9b montrent les parties inférieures engagées dans des joints à labyrinthe.

Les figures 10a et 10b montrent un système de liaison avec couvre-joints.

La figure 11 représente un système de liaison par joints du type à ressort.

Sur toutes les figures, les éléments correspondants portent les mêmes repères.

On se reportera tout d'abord aux figures 1, 2 et 3.

Le générateur de vapeur représenté sur les figures 1, 2 et 3 comporte une enceinte extérieure cylindrique 1 d'axe vertical, résistante à la pression, fermée à chaque extrémité par une calotte. La calotte supérieure n'a pas été représentée mais on peut voir la calotte inférieure 2. Une plaque tubulaire 3 horizontale est disposée à l'intérieur de l'enceinte 1, solidaire de celle-ci et délimitant avec la calotte inférieure 2 une chambre séparée en deux collecteurs 4 et 5, le collecteur 4 étant un collecteur d'admission et le collecteur 5 un collecteur d'évacuation d'un fluide primaire caloporteur; ce fluide primaire peut par exemple provenir d'un réacteur de centrale nucléaire.

Des tubes en U, 6, groupés en un faisceau, sont montés sur la plaque tubulaire 3 et présentent chacun une jambe chaude 7 qui communique avec le collecteur d'admission 4 et une jambe froide 8 qui communique avec le collecteur d'évacuation 5; l'ensemble des jambes chaudes 7 constitue la branche chaude et l'ensemble des jambes froides constitue la

branche froide.

Une enveloppe secondaire 9 entoure le faisceau de tubes 6 sans s'appuyer sur la plaque tubulaire 3 et définit un espace annulaire 10 avec l'enceinte extérieure.

5 Un dispositif 11 d'admission pour l'alimentation de l'espace annulaire 10 en eau secondaire est prévu en partie haute du générateur.

Cette eau est destinée à descendre vers la plaque tubulaire 3 puis à remonter le long des tubes 6 et à se réchauffer puis se vaporiser à leur contact. Dans la partie haute de l'enceinte 1 est prévu un ensemble de séparateurs-sécheurs 12 destinés à séparer la vapeur obtenue en
10 partie haute des tubes; cette vapeur est évacuée ensuite par une ouverture ménagée dans la calotte supérieure, non représentée.

Sur la figure 2, on a représenté les plaques entretoises 13 qui maintiennent le faisceau de tubes 6. Ces plaques 13 et l'enveloppe
15 secondaire 9 sont bloquées en translation par rapport à l'enceinte extérieure 1 par des blocs 14.

On a appelé 15 l'espace compris entre l'enveloppe secondaire 9 et la plaque tubulaire 3 prévu pour que le fluide secondaire puisse pénétrer dans le faisceau.

20 Une jupe 16 entoure une partie de l'enveloppe secondaire 9, du côté de la branche froide et constitue avec l'enveloppe 9 un espace 17 fermé sur les côtés et à sa partie inférieure. L'espace 17 constitue le circuit de retour de l'eau de recirculation vers la branche froide ou retour d'eau branche froide, alors que l'espace annulaire 10 compris entre
25 l'enceinte sous pression 1 et l'enveloppe secondaire 9, d'une part, et l'espace compris entre l'enceinte 1 et la jupe 16, que l'on appellera 10', d'autre part, délimitent le retour d'eau branche chaude. Les côtés 18 et 18' de la jupe 16 sont rabattus sur l'enveloppe secondaire 9 et soudés à celle-ci, évitant ainsi le passage de fluide du retour d'eau branche froide vers le retour d'eau branche chaude.
30

La partie inférieure de la jupe 16 est reliée à la plaque tubulaire 3 par une liaison semi-étanche limitant les fuites. Cette liaison est ici constituée par la gorge 19a d'un rail semi-circulaire 19 soudé à la plaque tubulaire dans laquelle un rebord 19b de la partie inférieure
35 de la jupe 16 est emboîté. De la même façon, la partie inférieure des côtés 18 et 18' est engagée dans les extrémités 20a et 20b d'un rail rectiligne 20.

A l'intérieur de l'enveloppe secondaire 9, une cloison verti-

cale 21 sépare les jambes froides 8 des jambes chaudes 7. Cette cloison verticale 21 est engagée dans le rail rectiligne 20. La plaque 21 est en fait placée dans le prolongement de la plaque de partition 22 séparant les collecteurs 4 et 5. Elle est soudée à l'enveloppe secondaire 9 et s'étend
5 verticalement jusqu'à une hauteur au moins égale à la hauteur nécessaire au préchauffage de l'eau alimentaire. La cloison 21 peut ainsi prévenir les écoulements transversaux dans le faisceau avant que toute l'eau alimentaire soit préchauffée.

Une rampe d'admission d'eau alimentaire est fixée dans la tubulure 11 et est munie de tubes en J, 23, dont les ouvertures débouchent
10 dans la partie supérieure du retour d'eau branche froide 17.

Une collerette 24 munie d'orifices est située à la partie inférieure de l'espace 17 et est destinée à y créer une perte de charge. Cette collerette 24 permet aussi une alimentation homogène de la branche
15 froide.

Des plaques de distribution 25a et 25b dont les perméabilités sont différentes sont situées à l'intérieur de l'enveloppe secondaire 9, l'une côté branche chaude et l'autre côté branche froide, perpendiculairement à la direction des tubes U. Ces plaques ont pour fonction principale d'assurer un bon balayage de la plaque tubulaire afin d'éviter la
20 création de zones de basse vitesse de l'eau près de la plaque tubulaire. Elles contribuent aussi à l'équilibre des pressions en bas du faisceau entre branche froide et branche chaude et permettent d'éviter les écoulements d'eau d'un branche vers l'autre.

25 Le générateur de vapeur selon l'invention fonctionne de la façon suivante :
le fluide primaire caloporteur circule vers le haut dans les tubes côté branche chaude et redescend côté branche froide.

L'eau secondaire en écoulement ascendant est partiellement
30 vaporisée dans le faisceau de tubes jusqu'à un titre vapeur de 20 à 40 %; l'émulsion ainsi produite se dirige dans un ensemble de séparation-séchage assurant la séparation de l'eau et de la vapeur et le séchage de celle-ci. L'eau séparée, dite eau de recirculation, retourne à la base du faisceau selon les circuits fléchés représentés à la figure 2, qui comportent une zone commune A, un circuit retour d'eau branche froide B et un
35 circuit retour d'eau branche chaude C. Une partie de l'eau secondaire de recirculation est mélangée à l'eau alimentaire provenant du dispositif / d'admission 11, alors que la partie restante pénètre directement dans la branche chaude,

et l'ensemble est à nouveau vaporisé. En fonctionnement, un niveau d'eau unique s'établit en tête du circuit au voisinage de la base des séparateurs 12.

Alors que, dans l'art antérieur, l'eau de recirculation se répartit uniformément dans un espace compris entre l'enceinte extérieure et l'enveloppe secondaire, ici, à pleine charge, une fraction importante de l'eau de recirculation, supérieure à 50 %, se dirige vers la branche chaude du faisceau par le retour d'eau branche chaude, c'est-à-dire par les espaces 10 et 10', alors que la fraction restante de l'eau de recirculation est mélangée dans le retour d'eau branche froide 17 à la totalité de l'eau alimentaire venant de la tubulure 11, avant d'atteindre la plaque tubulaire 3 et la zone de préchauffage (c'est-à-dire la zone branche froide comprise à l'intérieur de l'enveloppe secondaire 9). Ce fractionnement de l'eau de recirculation résulte de l'effet de perte de charge créé d'une part par la collerette 24 et d'autre part par la différence de perméabilité des plaques de distribution 25a et 25b situées l'une dans la branche chaude et l'autre dans la branche froide.

Par rapport à certaines solutions de l'art antérieur, où seule l'eau alimentaire pénètre dans la branche froide du faisceau de tubes en U, la solution de notre invention entraîne une baisse de la pression délivrée par le générateur de vapeur, due à la diminution de l'écart des températures primaire-secondaire. Toutefois, cette diminution de l'écart des températures est partiellement compensée par une élévation du coefficient de transfert dans le film secondaire due à une augmentation du débit total traversant la zone branche froide du faisceau et on obtient un rendement très satisfaisant.

On règle la collerette 8 et les plaques de distribution 25a et 25b de façon à obtenir une répartition optimale des pertes de charge, c'est-à-dire une répartition pour laquelle, au point nominal, donc à pleine charge, la fraction d'eau de recirculation se dirigeant côté branche chaude est proche de 100 %.

Lors des diminutions de puissance, qui entraînent des diminutions du débit et de la température de l'eau alimentaire, le proportion relative eau de recirculation/eau alimentaire augmente naturellement dans le retour d'eau branche froide, ce qui a pour effet de compenser la baisse de la température de l'eau alimentaire. Ainsi, la température du mélange arrivant sur la plaque tubulaire reste sensiblement constante aussi bien à pleine charge qu'à faible charge.

On pourra se reporter maintenant aux figures 4, 5 et 6 qui représentent un second mode de réalisation de la jupe 16.

Sur ces figures, on s'est attaché essentiellement à représenter la jupe 16, les autres parties du générateur étant semblables à celles des figures 1, 2 et 3.

Dans le cas des figures 4, 5 et 6, la jupe 16 est telle que la section de cette jupe par un plan parallèle à la plaque tubulaire est un secteur d'anneau, mais ce secteur d'anneau a un angle qui varie avec le plan de section. De la partie supérieure du générateur de vapeur jusqu'à un plan intermédiaire 26, l'angle du secteur d'anneau est inférieur à 180° , alors que, du plan intermédiaire 26 jusqu'au niveau de la plaque tubulaire 3, le secteur d'anneau augmente de façon continue de la valeur qu'elle a au niveau du plan intermédiaire 26 jusqu'à 180° .

On pourrait imaginer encore d'autres possibilités, pourvu que la section de la jupe soit toujours un secteur d'anneau.

Dans un cas limite, représenté à la figure 7, la jupe 16 est située à une distance de l'enveloppe secondaire 9 qui est égale à la distance entre l'enceinte extérieure 1 et l'enveloppe secondaire 9 ; ceci revient à dire que la jupe 16 est confondue avec l'enceinte extérieure 1, exception faite des côtés 18 et 18'. En fait, la jupe est constituée uniquement par ces côtés 18 et 18', c'est-à-dire par un simple jeu de deux cloisons verticales s'étendant entre l'enceinte 1 et l'enveloppe 9 en prolongement de la cloison verticale 21.

Les figures 8, 9, 10 et 11 représentent des exemples de liaisons semi-étanches, entre les parties inférieures de la jupe et de la cloison verticale 21 et la plaque tubulaire 3.

La figure 8 représente les parties inférieures engagées dans des rails. La cloison verticale 21 est engagée dans un rail 20. La partie inférieure de la jupe, 19b, est engagée dans la gorge 19a d'un rail 19. Le rail 19 peut être fixé soit directement sur la plaque tubulaire soit, de façon préférentielle, sur l'enceinte extérieure, comme le représente la figure 8c.

Sur la figure 9, les liaisons semi-étanches sont effectuées au moyen de joints à labyrinthes solidaires soit de la plaque tubulaire (figure 9a) soit directement de l'enceinte extérieure 1 (figure 9b).

La figure 10 représente un système de liaison des parties inférieures au moyen de couvre-joints. Les couvre-joints 27 sont fixés par secteurs aux parties inférieures de la cloison verticale 21 ou de la jupe 16 au moyen de boulons 28. On annule au montage le jeu entre les couvre-

jointset la plaque tubulaire.

Quant à la figure 11, elle représente une liaison effectuée au moyen d'un joint du type à ressort .

La présente invention comporte de nombreux avantages.

5 En particulier, elle combine, du point de vue conception, les avantages du générateur de vapeur classique à tore de distribution d'eau alimentaire et recirculation, et, du point de vue performance, les avantages des générateurs de vapeur à préchauffeur intégré tels que ceux que nous avons décrits plus haut.

10 La présente invention permet d'obtenir une pression de vapeur supérieure à celle d'un générateur de vapeur classique et voisine de celle des générateurs de vapeur à préchauffeur intégré, tout en étant d'une structure très simple.

15 L'invention résoud les problèmes de chocs thermiques au niveau de la plaque tubulaire et au niveau de l'enceinte extérieure. En effet, l'introduction de l'eau alimentaire est effectuée en partie haute du générateur, c'est-à-dire loin de la plaque tubulaire, et cette eau est mélangée côté branche froide à une fraction d'eau de recirculation plus chaude ; cette fraction d'eau de recirculation augmente à faible charge
20 c'est-à-dire quand la température et le débit d'eau alimentaire diminuent. La température de l'eau secondaire arrivant sur la plaque secondaire est donc pratiquement constante. Quant à l'enceinte sous pression 1, elle est maintenue à une température uniforme puisqu'elle est toujours en contact avec l'eau de recirculation contenue dans les espaces annulaires 10 et 10',
25 et non avec l'eau alimentaire. On peut ajouter que les conséquences d'une rupture de tuyauterie alimentaire sur l'intégrité des tubes en U et les structures du préchauffeur sont moins sévères que dans le cas des générateurs comportant un préchauffeur intégré, comme décrit au début de la description, car les effets de pression sont amortis.

30 Dans le générateur de vapeur selon notre invention, on ne rencontre aucune difficulté telle que celles que l'on rencontrait dans les générateurs munis de préchauffeurs ou de caissons dont les dimensionnements étaient délicats. En outre, on supprime les difficultés liées à la présence d'un plancher de préchauffage.

35 On peut ajouter également que les exigences d'étanchéité dans la zone de la plaque tubulaire sont limitées en raison du réglage des pressions branche chaude-branche froide apporté par les plaques de distribution. Les écoulements transversaux à l'intérieur de l'enveloppe se-

condaire en haut de la zone de préchauffage sont aussi minimisés.

Un autre avantage important de l'invention réside dans le fait de sa tructure très simple.

5 Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux seuls modes de réalisation qui ont été décrits à titre d'exemples, mais elle s'applique également à tous les autres modes de rélisation qui n'en diffèreraient que par des détails, par des variantes d'exécution ou par l'utilisation de moyens équivalents.

10 Ainsi, il n'est pas nécessaire que toute l'eau alimentaire s'écoule par l'espace annulaire 17 compris entre l'enveloppe secondaire 9 et la jupe 16, mais une partie de cette eau alimentaire pourrait s'écouler dans les conduits annulaires 10 et 10'. Bien sûr, la proportion d'eau alimentaire qui circulerait ainsi dans la zone branche chaude devrait rester dans des proportions faibles.

15 On pourrait également placer la collerette 24, non à la partie inférieure du générateur mais plutôt à sa partie supérieure. Ainsi, cette collerette serait accessible lors des arrêts ; on pourrait la munir d'orifices obturables et, à l'arrêt, venir régler la répartition des pertes de charge. On pourrait d'ailleurs, pour effectuer ce réglage, agir
20 sur la perméabilité des plaques entretoies 13 situées dans la zone de préchauffage, c'est-à-dire en dessous du sommet de la cloison verticale 21.

En ce qui concerne les plaques de distribution 25a et 25b, on peut ajouter que celles-ci peuvent être situées dans des plans différents.

REVENDEICATIONS

1.- Générateur de vapeur comportant une enceinte extérieure cylindrique (1) d'axe vertical, résistante à la pression, fermée à chaque extrémité par une calotte, une plaque tubulaire horizontale (3) disposée à l'intérieur de l'enceinte, solidaire de celle-ci et délimitant avec la calotte inférieure (2) une chambre séparée en deux collecteurs, respectivement d'admission (4) et d'évacuation (5) d'un fluide primaire caloporteur, un faisceau de tubes en U (6) montés sur la plaque tubulaire (3), présentant chacun une jambe chaude (7) qui communique avec le collecteur d'admission et une jambe froide (8) qui communique avec le collecteur d'évacuation, l'ensemble des jambes chaudes constituant la branche chaude et l'ensemble des jambes froides constituant la branche froide, une enveloppe secondaire (9) entourant le faisceau de tubes (6) sans s'appuyer sur la plaque tubulaire (3) et définissant un espace annulaire (10) avec l'enceinte extérieure (1), un dispositif d'admission (11) pour l'alimentation de l'espace annulaire (10) en eau secondaire destinée à remonter le long de tubes (6) du faisceau et à se vaporiser à leur contact, et, dans la partie haute de l'enceinte, un ensemble de séparateurs (12) et une ouverture ménagée dans la calotte supérieure pour l'évacuation de la vapeur produite, caractérisé par le fait que le générateur de vapeur est séparé en deux zones, une zone ~~branche~~ froide et une zone branche chaude, la séparation étant effectuée d'une part, à l'intérieur de l'enveloppe secondaire (9), par une cloison verticale (21) séparant les jambes froides (8) des jambes chaudes (7), d'autre part, à l'extérieur de l'enveloppe secondaire, par une jupe (16) entourant une partie de l'enveloppe secondaire du côté de la branche froide et constituant avec ladite enveloppe (9) un espace (17) fermé sur les côtés et à sa partie inférieure, tout en laissant un passage vers la zone branche froide de l'intérieur de l'enveloppe (9), et ouvert à sa partie supérieure, de telle sorte que l'eau secondaire remise en circulation après passage dans le séparateur, dite eau de recirculation, puisse retourner vers le faisceau (6) de tubes en U aussi bien par la zone branche froide que par la zone branche chaude, mais que l'eau secondaire alimentaire, arrivant par un dispositif d'admission (11) situé à la partie supérieure du générateur, circule, pour l'essentiel de son débit, dans la zone branche froide.

2.- Générateur de vapeur selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'il comporte des moyens (25a, 25b) de répartition de l'eau de recirculation entre les deux zones, branche froide et branche chaude,

et d'équilibrage, au niveau de la plaque tubulaire (3), des pressions dans ces deux zones.

3.- Générateur de vapeur selon la revendication 2, caractérisé par le fait qu'une collerette de répartition (24) est placée dans l'espace (17) compris entre l'enveloppe secondaire (9) et la jupe (16), perpendiculairement à la direction du courant d'eau secondaire de la zone branche froide.

4.- Générateur de vapeur selon l'une des revendications 2 ou 3, caractérisé par le fait que, à l'intérieur de l'enveloppe secondaire (9), chaque zone, branche froide ou branche chaude, comporte une plaque de distribution (25b, 25a) placée perpendiculairement à la direction des tubes en U, les deux plaques étant de perméabilité différente.

5.- Générateur de vapeur selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé par le fait que la jupe (16) est située à une distance constante de l'enveloppe secondaire (9), définissant avec celle-ci un espace (17) dont la section par un plan parallèle à la plaque tubulaire est un secteur d'anneau dont l'angle peut varier avec le plan de section, qu'elle s'étend verticalement de la plaque tubulaire (3) jusqu'au dispositif (11) d'admission d'eau alimentaire, que ses côtés (18, 18') sont rabattus vers l'enveloppe secondaire (9) et soudés à cette enveloppe et que sa partie inférieure est reliée à la plaque tubulaire (3) par une liaison (19) semi-étanche.

6.- Générateur de vapeur selon la revendication 5, caractérisé par le fait que la jupe est confondue avec l'enceinte extérieure (9), exception faite des côtés qui sont constitués par deux cloisons verticales (18, 18') s'étendant entre l'enceinte extérieure (1) et l'enveloppe secondaire (9).

7.- Générateur de vapeur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que la cloison verticale (21) séparant la zone branche froide de la zone branche chaude à l'intérieur de l'enveloppe secondaire (9) s'étend de la plaque tubulaire (3) jusqu'à une hauteur au moins égale à la hauteur nécessaire au préchauffage de l'eau alimentaire et qu'elle est soudée sur les côtés à l'intérieur de l'enveloppe secondaire (9) et reliée à la plaque tubulaire (3) par une liaison semi-étanche (20).

8.- Générateur de vapeur selon l'une des revendications 5, 6 ou 7, caractérisé par le fait que les parties inférieures de la jupe (16) et de la cloison verticale (21) sont engagées dans des rails (19, 20) solidaires de la plaque tubulaire.

9.- Générateur de vapeur selon la revendication 8, caractérisé par le fait que la cloison verticale (21) et les côtés (18, 18') rabattus de la jupe (16) sont engagés dans un même rail rectiligne.

5 10.- Générateur de vapeur selon l'une des revendications 5, 6 ou 7, caractérisé par le fait que la partie inférieure de la jupe (16) est engagée dans un rail (19) solidaire de l'enceinte extérieure.

10 11.- Générateur de vapeur selon l'une des revendications 5, 6 ou 7, caractérisé par le fait que les parties inférieures de la jupe (16) et de la cloison verticale (21) sont reliées à la plaque tubulaire (3) au moyen de joints du type à ressort.

12.- Générateur de vapeur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que l'eau secondaire alimentaire est envoyée pour la totalité de son débit dans la zone branche froide.

1/4

Fig 1

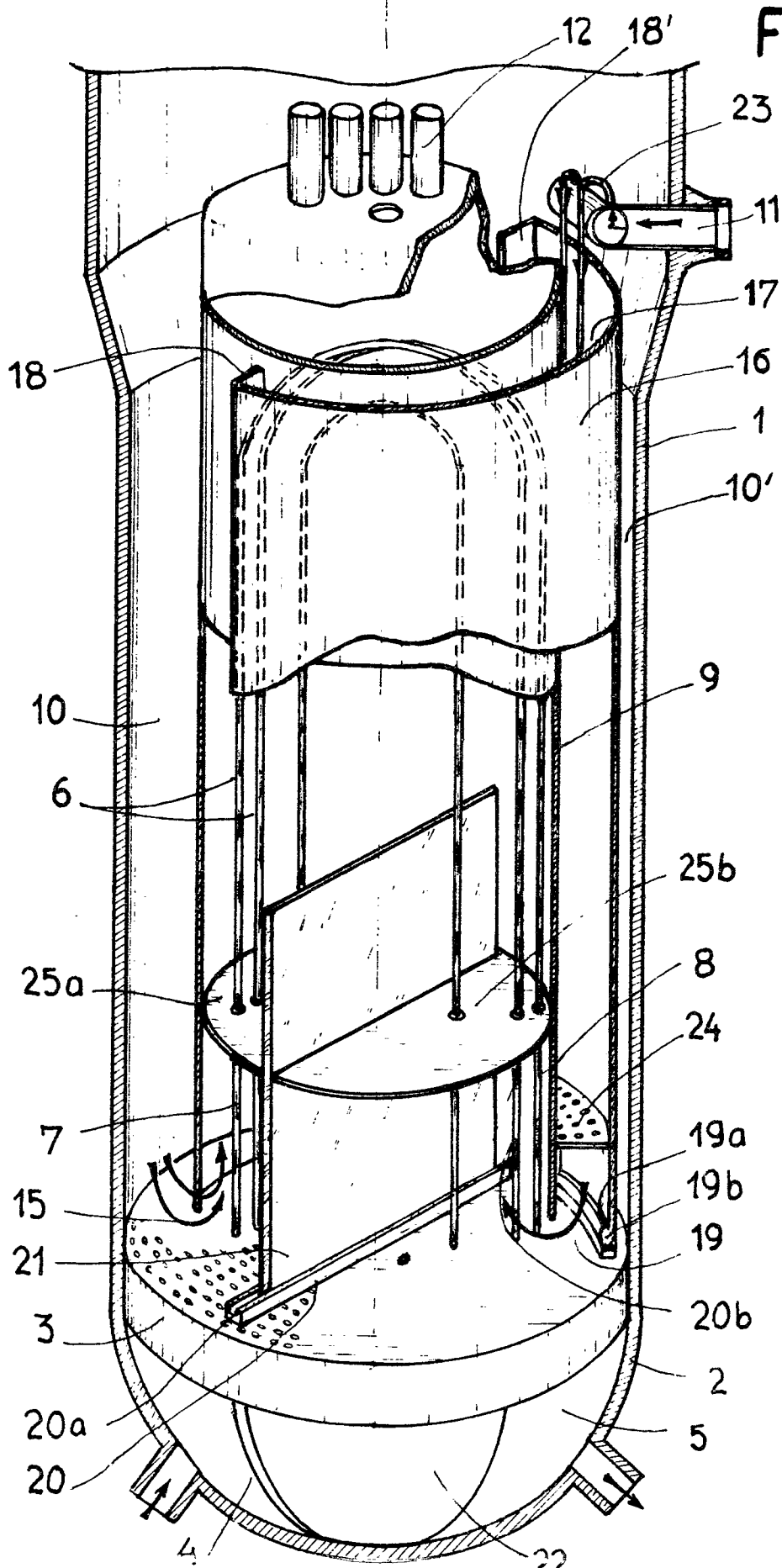


Fig 2

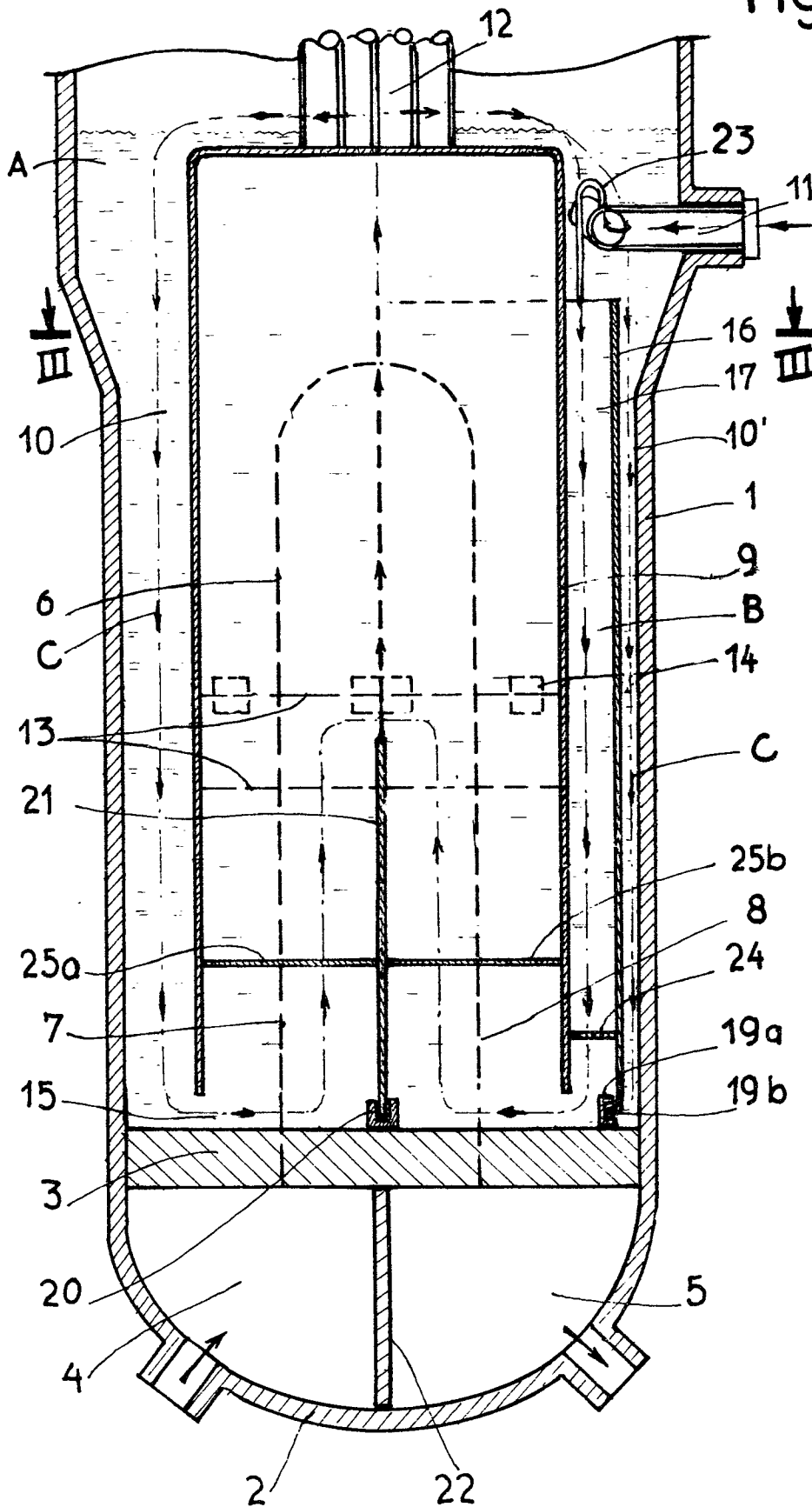


Fig 7

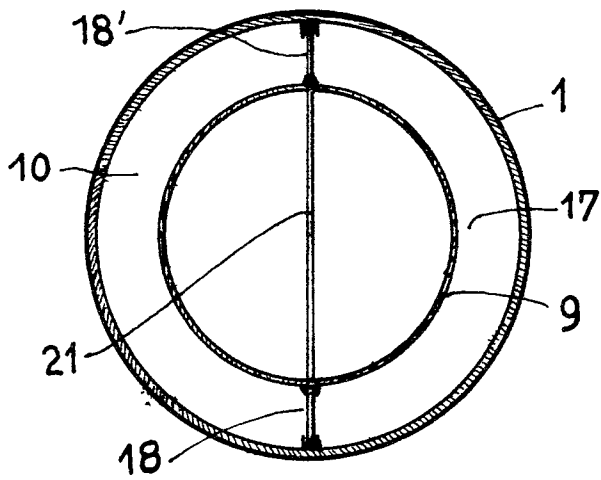


Fig 3

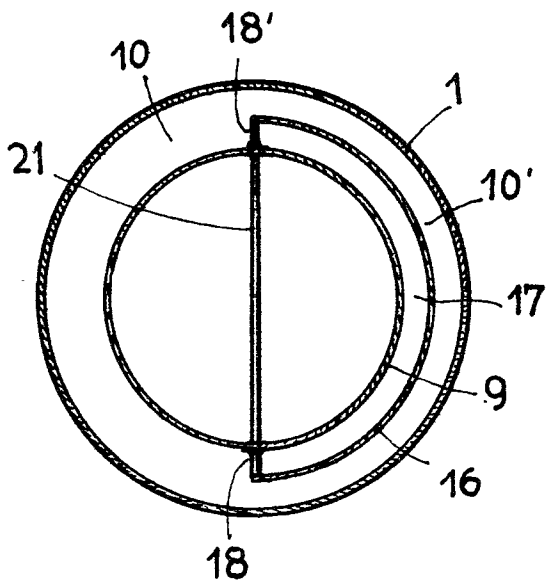


Fig 8a

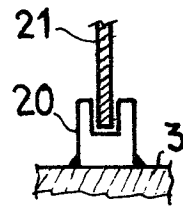


Fig 8b

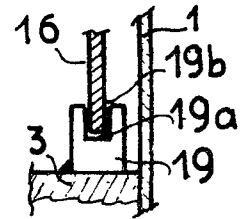


Fig 8c

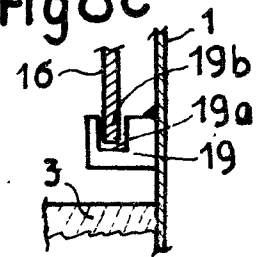


Fig 9a

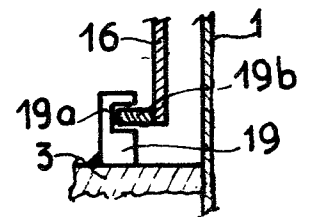


Fig 9b

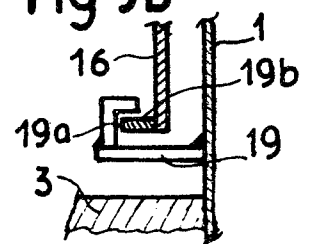


Fig 10a

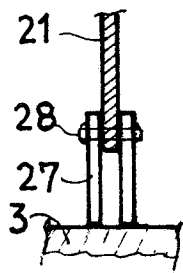


Fig 10b

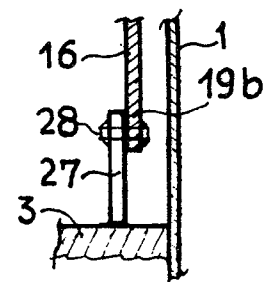
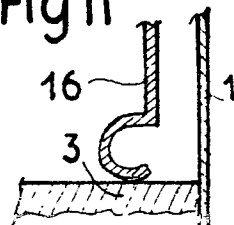


Fig 11



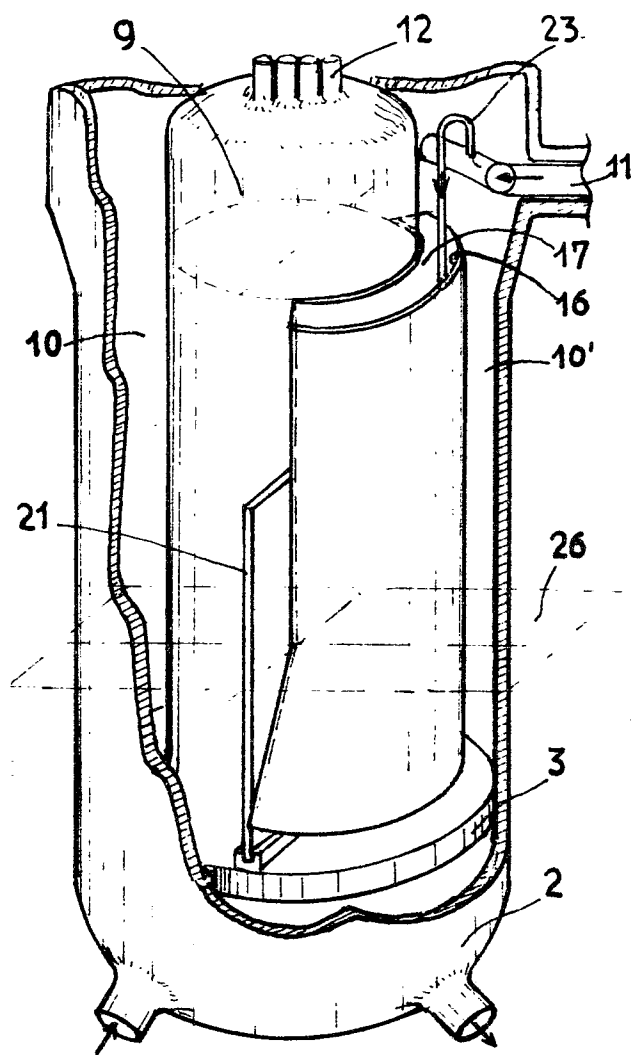


Fig 4

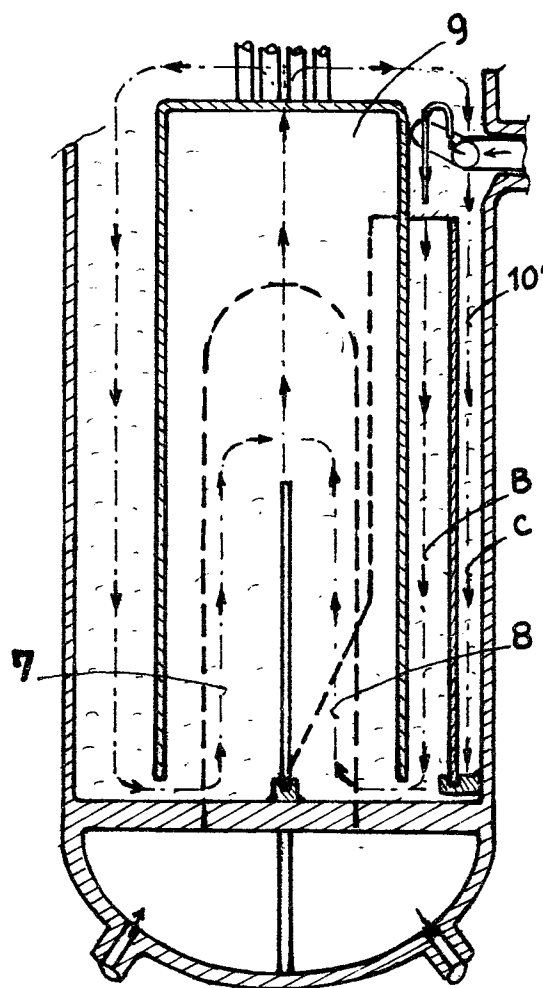


Fig 5

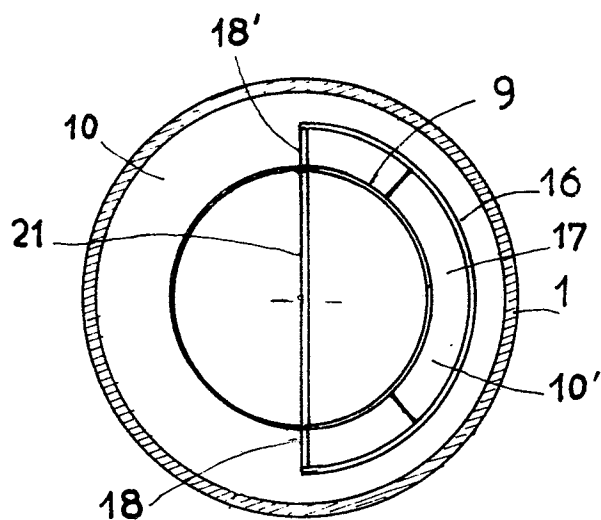


Fig 6



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0035450

Numéro de la demande

EP 81 40 0308

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	
A	<u>FR - A - 2 389 830</u> (BABCOCK)		F 22 B 1/02
A	<u>FR - A - 2 191 705</u> (SIEMENS)		
AD	<u>FR - A - 2 191 704</u> (SIEMENS)		
AD	<u>FR - A - 2 387 417</u> (COMMISSARIAT)		
AD	<u>FR - A - 2 285 573</u> (WESTINGHOUSE)		

			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. ³)
			F 22 B F 28 D -
			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 Have	Date d'achèvement de la recherche 01-06-1981	Examineur V. GHEE	